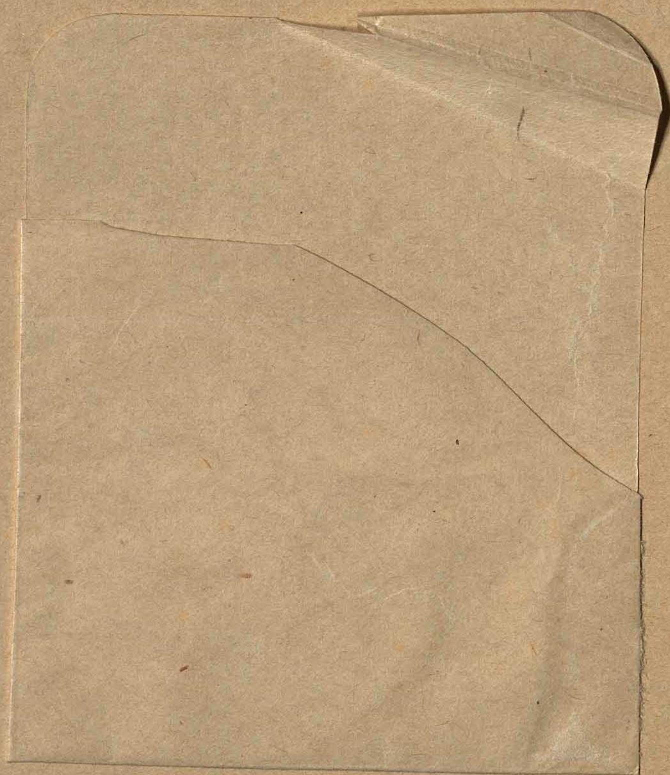
Н. Д. АНОЩЕНКО

ОБЩАЯ КИНО-ТЕХНИКА

ГОСКИНОИЗДАТ • 1940





Н. Д. АНОЩЕНКО

Профессор кафедры операторск. мастерства
Всесоюзн. госуд. института кинематографии

ОБЩАЯ КИНОТЕХНИКА

КРАТКИЙ КУРС

ГОСКИНОИЗДАТ 1940

Одобрено редакционным советом Всесоюзного государственного института кинематографии в составе:

доктора техн. наук проф. Е. М. Голдовского,
профессора Ю. А. Желябужского
и доцента Н. А. Церевитинова

ОТ АВТОРА

В отчетном докладе на XVIII съезде партии товарищ Сталин, привел следующие красноречивые цифры роста кинофикации СССР: число киноустановок (без узкопленочных) в 1933/1934 г. составляло 27 467 (из них только 498 звуковых), а в 1938/39 г. их число увеличилось до 30 461, причем из этого числа 15 220 установки были звуковыми. Число киноустановок (без узкопленочных) на селе с 17 470 в 1933/1934 г. возросло до 18 991 в 1938/1939 г., причем из этого числа в 1933/1934 г. звуковых установок было всего 24, а в 1938/1939 — 6 670.

В третьей пятилетке намечен дальнейший бурный рост кинофикации СССР и советской кинопромышленности. За годы третьей пятилетки будет выпущено 50 000 звуковых проекторов под нормальную пленку и 40 000 узкопленочников. К 1942 г. в СССР будет более 60 000 звуковых киноустановок (вместо 9 800 звуковых установок в 1937 г.), которые позволят довести обслуживание населения кинематографом до огромных масштабов: по городу запланировано в 1942 г. один миллиард сто семьдесят миллионов человеко-посещений кинотеатров и по деревне сто пятьдесят восемь миллионов. По общему количеству кинотеатров СССР занимает первое место в мире.

Одновременно с расширением кинотеатральной сети в СССР развилась и мощная кинопромышленность, занимающаяся изготовлением кинокартин, аппаратуры, пленки и т. п. Созданы первоклассные студии, фабрики, заводы. Уже сейчас по выпуску кинопленки СССР занимает третье место в мире.

Десятки тысяч советских граждан уже работают в системе кинематографии. Но ее бурный рост требует все новых и новых пополнений. Советский народ и в особенности советская молодежь любят кино и готовы отдать свои силы на его развитие. Десятки тысяч стремятся в кинопромышленность, интересуются ею и хотят изучать ее сложную и разнообразную технику.

К сожалению, на книжном рынке почти полностью отсутствуют техническая литература и учебные пособия, рассчитанные не на узких специалистов, а на вновь поступающих в наши киноучебные заведения и на производство, или на тех, кто хочет комплексно ознакомиться с основами кинотехники хотя бы в общих чертах.

Учитывая эту нужду в подобном пособии, автор и написал предлагаемую книгу. Она представляет собой переработанный и дополненный курс «Общей кинотехники», изданный в свое время сектором заочного обучения «Союзкинохроники» для курсов повышения квалификации режиссеров и операторов, а также конспект лекций курса «Общей кинотехники и технологии кинопроизводства», прочитанный на академических группах сценарного и режиссерского факультетов Высшего государственного института кинематографии в 1936/1937 учебном году.

В своей основе этот курс совпадает с программой данной дисциплины, читаемой автором свыше десяти лет на различных факультетах Всесоюзного государственного института кинематографии (ранее ВГИК, ГИК и ГТК) и на различных курсах, в институтах повышения квалификации различных категорий киноработников и т. п.

Из всего объемистого и разнообразного по содержанию курса автор в эту книгу включил лишь самые основные вопросы, знать которые должен каждый учащийся киношколы, каждый работник кинопроизводства и каждый новичок, идущий в кинематографию, так как без этого он не сможет разобраться в ее сложной и многообразной технике. Поэтому в книге отсутствуют теоретические углубления по некоторым разделам, по которым существует специальная техническая литература, указанная в сносках.

Автор стремился в этой книге дать читателю лишь то основное знание общей кинотехники, которое является фундаментом к дальнейшему углубленному изучению отдельных вопросов.

Книга рассчитана на читателя со знаниями по физике и химии в объеме средней школы.

Автор приносит глубокую благодарность всем работникам редакционного совета и кафедр Всесоюзного государственного института кинематографии: проф. Е. М. Голдовскому, заслуженному деятелю искусств проф. А. Д. Головня, и. о. проф. Н. А. Церевитинову, проф. Ю. А. Желябужскому, доцентам А. В. Гальперину, А. К. Крук, М. Г. Варгафтигу, Я. М. Толчану, Е. А. Иофису и другим, взявшим на себя труд просмотреть соответствующие разделы нашей книги и давшим по ним свои компетентные замечания и пожелания.

Москва
Октябрь 1939 г.

ВВЕДЕНИЕ

Сложность технологического процесса создания кинокартины требует работы над ней большого коллектива творческих и технических работников, причем состояние технической базы кинопроизводства лимитирует и творческие возможности основных создателей полноценного произведения киноискусства. Следует помнить, что кинематограф — это не только особый вид искусства, но и отрасль промышленности, имеющая свою широкоразвитую и разнообразную техническую базу.

В дни пятнадцатилетнего юбилея советской кинематографии ЦК ВКП(б) в своем приветствии дал четкую директиву:

«ЦК ВКП(б) призывает работников кинематографии, не успокаиваясь на достигнутом, бороться за высокохудожественные кино-картины, воспитывающие массы в духе социализма, любимые массами и понятные им, за дальнейшее улучшение техники советской кинематографии, за доброкачественную пленку, за первоклассную аппаратуру кинотеатров и кинофабрик».

То внимание, которое партия и ее великие вожди Ленин и Сталин оказывали советской кинематографии, и та высокая оценка ее качеств, которую они давали («из всех искусств для нас важнейшим является кино» — Ленин. «Кино в руках Советской власти представляет огромную, неоценимую силу» — Сталин), объясняется спецификой киноискусства, которая исчерпывающе была охарактеризована в резолюции «Всесоюзного партсовещания по кино» так:

«Кино обладает огромной силой воздействия на зрителя. Кино — наиболее портативное, дешевое и необычайно наглядное искусство. У кино наиболее многочисленная аудитория, кино по своей природе наиболее массовое и демократическое искусство. Кино, действуя показом, способно охватить и воздействовать на сознание наиболее отсталого в культурном развитии зрителя. По разнообразию и богатству формальных и технических приемов кино не знает себе соперников. Лента, однажды запечатлев исполнение кадра, может демонстрироваться в любом месте, давая зрителю образцы высокой художественности и блестящей техники».

Если же мы вспомним, что кино — это прежде всего идеология, так как каждая картина всегда за что-нибудь агитирует, всегда проводит какую-нибудь идею, то мы сможем сказать, что общепонятность («доходчивость») кино и массовость[1] потребления его продукции (миллиард человеко-посещений в год только у нас в СССР) делают его самым важным видом искусства, призванного служить делу пролетарской революции.

В дни пятнадцатилетия советской кинематографии товарищ Сталин писал: «Обладая исключительными возможностями духовного воздействия на массы, кино помогает рабочему классу и его партии воспитывать тру-

---

[1] По данным на 1/I 1939 г. на всем земном шаре было 94 501 коммерческих кинотеатров (из них 67 938 звуковых) с общим количеством мест свыше 25 миллионов. В Европе было 63 043 театра (из них 37 578 звуковых), в США — 17 829 (все звуковые) и т. д. Первое место в мире по количеству кинотеатров занимает СССР, затем идут: США (17 829), Германия (5 395), Англия (5 000). Италия (4 900), Франция (4 500) и т. д. — *Н. А.*

дящихся в духе социализма, организовывать массы на борьбу за социализм, подымать их культуру и политическую боеспособность».

Примером того, как советский зритель любит кино, могут служить хотя бы следующие данные: фильм «Чапаев» просмотрело свыше 60 млн. человек, «Петра I» — свыше 25 млн., «Ленин в Октябре» — свыше 23 млн., Трилогию о Максиме — свыше 20 млн. и т. д.

В кинематографии техника входит неотъемлемой составной частью в творческий процесс и сценариста, и режиссера, и всех остальных членов постановочного коллектива. В киноискусстве создание ярких и выразительных кинематографических образов возможно исключительно через использование разнообразной техники.

Если поэт, певец, танцор или музыкант могут непосредственно доносить до зрителя свое произведение, то в кинематографе все производится только при помощи различных аппаратов, машин и других технических приспособлений. Без аппаратуры и пленки невозможно создать кинофильм. Без специальных проекторов нельзя показывать его на экране.

Следовательно, без соответствующей техники нет и полноценного киноискусства. Но из этого, однако, не следует делать вывод, что кино — это только голая техника. Основное значение киноискусства заключается в его идеологичности, а совершенная техника лишь помогает ему в осуществлении его основных задач. Техничность киноискусства заставляет всех работников кино с особым вниманием отнестись к реализации лозунга партии и ее вождя товарища Сталина о конкретном овладении техникой.

«Дело овладения техникой требует упорного и неустанного труда, умения схватывать весь производственный процесс во всех его деталях, умение учитывать решительно все «мелочи» и обеспечивать четкий, согласованный, бесперебойный ритм работы. Овладение техникой требует всестороннего повышения культурного уровня наших кадров»,— так писала «Правда».

Все это заставляет с сугубым вниманием браться за овладение техникой. При этом не следует забывать того коренного различия и значения, которое имеет техника в буржуазных странах и у нас. Нельзя рассматривать технику, как нечто изолированное. Она всегда и всюду полностью подчинена социально-классовым задачам правящего класса. Овладение техникой позволяет в максимальной степени использовать все возможности нашего кинопроизводства и тем самым приносить максимум пользы социалистическому государству.

Работая в кинематографии, мы должны уделять вопросам техники самое серьезное внимание, все время помня, что «техника является лишь только орудием социалистического переустройства общества и человеческой природы, а не самоцелью».

Переоценка значения роли техники в кино вызывает тот техницизм, который вылился в целые «школы» и «школки» формалистов, проповедывавших только голую технику, старавшихся доказать, что форма может заменить содержание, что не важно, **что** показывается на экране, а важно **как** показывается, т. е. низводя к нулю то огромное политическое значение кино, которое оно имеет как средство идеологического воспитания широких масс.

Мы же говорим, что для нас техника есть только **средство** вооружения в борьбе за идеологическую значимость киноискусства.

ОСНОВЫ КИНЕМАТОГРАФИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

§ 1. СВЕТ — ОСНОВА КИНО

Для производства киносъемок необходимо иметь источники света (солнце, искусственный свет), которые достаточно ярко освещали бы снимаемые объекты. Последние должны обладать способностью отражать в сторону объектива киносъемочной камеры падающие на них лучи света или же самостоятельно излучать их. Объектив преломляет эти лучи и отбрасывает их на негативную пленку с фотографическим светочувствительным слоем, на котором они и дают оптическое изображение снимаемых предметов. В момент самой съемки лучи света, отраженные от снимаемого объекта, химически воздействуют на эмульсию негативной пленки, которая от этого претерпевает известные видоизменения, обнаруживаемые в дальнейшем путем проявки снятой пленки. Полученный таким способом кинонегатив служит для световой печати с него на позитивной пленке тех копий, которые называются фильмами или кинокартинами.

Эти фильмы при помощи специальных проекторов, снабженных мощными источниками света и оптическими системами, дают на экране световую проекцию своих изображений (кадриков). Неравномерно освещенные части экрана отражают падающие на них из проектора лучи света в наш глаз, в результате чего мы и получаем те или иные зрительные ощущения и восприятия. При записи и воспроизведении звука по оптическому методу свет также играет основную роль.

Даже из приведенного выше краткого перечисления основных этапов схемы получения и показа кинофильма ясно видно, что во всех ее процессах свет является основным фактором, без которого нет и не может быть ни кинематографа, ни обычной фотографии, являющейся его технической основой.

§ 2. СВЕТ

Современная физика рассматривает свет как носитель особого вида энергии (лучистой энергии), распространяющейся в безвоздушном пространстве со скоростью около 300 000 километров в 1 сек. и обладающей периодическими свойствами.

Свет всегда исходит от какого-нибудь вещества, называемого источником света, и при встрече с другими веществами всегда оказывает на них то или иное действие за счет несомой им энергии.

Все источники света, практически применяемые в повседневной жизни и на кинопроизводстве, делятся на: первичные источники света или на самосветящиеся (солнце, раскаленные тела и т. п.) и на вторичные источники или отражатели, которые сами не излучают света, но отражают падающие на них потоки лучистой энергии от другого первичного источника света (луна, рефлекторы, зеркала, экраны и т. п.). В кинотехнике применяются источники света обеих категорий.

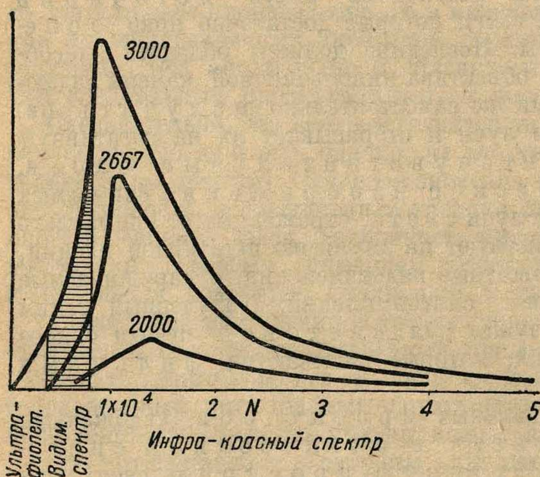


Рис. 1. Распределение энергии при различных температурах нагрева черного тела

Первичными источниками света являются все нагретые тела.

В зависимости от степени нагревания первичного источника света изменяется и качество излучаемого им потока лучистой энергии (рис. 1).

Лучистая (световая) энергия, представляющая по своему механизму распространения колебательное движение, характеризуется частотой колебаний ν и длиной волны λ.

Частота колебаний ν показывает, сколько полных колебаний совершается в единицу времени. Время, в течение которого происходит одно колебание, называется периодом колебания T. Длиной волны λ называется расстояние, на которое распространяется колебательное движение за время одного периода.

Скорость распространения колебания c определяется расстоянием, на которое распространяется колебательное движение в течение одной секунды.

Между скоростью, частотой и длиной волны существует следующая зависимость:

$$c = \nu\lambda.$$

Исследования показали, что лучи видимого света и другие лучи (электромагнитные, инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские и пр.) распространяются в безвоздушном пространстве с одной и той же скоростью c, примерно около 300 000 *км* в 1 сек.

Зная скорость c распространения световых волн и частоту колебания ν,

легко определить и длину волн λ различных видов лучистой энергии, и наоборот:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad \text{и} \quad \nu = \frac{c}{\lambda}.$$

Пользуясь этой формулой, можно вычислить длины волн для любых видов лучистой энергии или их частоту.

Та часть лучистой энергии, которая обладает способностью действовать на наш глаз и вызывать у нас впечатления *света*, называется *энергией видимого излучения*.

Получить от любого источника только энергию видимого излучения мы не можем, ей обычно сопутствует излучение других видов лучистой энергии (например, тепловых лучей).

На наш глаз действуют, вызывая у нас ощущение света, лишь ничтожное количество лучей, имеющих длину волны в пределах от 0,0007 до 0,0004 *мм* (от 700 до 400 миллимикронов), которые и создают все многообразие окраски сплошного солнечного спектра. Остальные же лучи: инфракрасные (с длиной волны от 0,3 до 0,0007 *мм*) или ультрафиолетовые, рентгеновские, гамма-лучи и т. п. (длина которых меньше 0,0004) *мы не видим, но некоторые из них могут действовать на светочувствительные материалы, применяемые в современной кинематографии.*

Поэтому в тех разделах кинотехники, где придется иметь дело с нашими *зрительными восприятиями* (получение изображения при съемке, рассматривание фильма на экране, цветное кино и т. п.), мы будем рассматривать только *видимую* часть светового потока лучистой энергии, а в тех разделах, где нам придется сталкиваться с *фотохимическим действием света* (освещение, светочувствительность и цветочувствительность эмульсии пленки, светофильтры и т. п.), там под светом мы будем понимать лучистую энергию и *видимую нашим глазом и невидимую им, но действующую на кинопленку.*

§ 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА

От первичного источника, самостоятельно излучающего свет, в *однородной среде лучи распространяются прямолинейно по всем направлениям.*

Те среды, в которых световые волны распространяются хорошо, называются *оптически прозрачными* средами, а те, в которых распространение данных световых волн невозможно, называются *непрозрачными*. Следует твердо запомнить, что *одна и та же среда может быть оптически прозрачной для одних лучей света* (т. е. для лучей света с определенной длиной волны) *и непрозрачна для других.* Например, линзы объективов прозрачны для лучей видимого света и непрозрачны для ультрафиолетовых лучей; металл непрозрачен для лучей видимого света и прозрачен для лучей Рентгена; светофильтры пропускают световые лучи одного цвета и задерживают лучи других цветов и т. п.

Если при своем распространении луч света встречает поверхность раздела двух сред, то он частично отражается, частично преломляется и частично поглощается второй средой, причем луч падающий, луч отраженный и луч преломленный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным из точки падения луча к поверхности раздела двух сред.

Законы отражения имеют для кино первостепенное значение.

Если на гладкую поверхность будет падать поток лучей света, параллельных друг другу, то по закону отражения мы будем иметь поток отраженных лучей, идущих параллельно друг другу, или, как говорят, направленный поток яркого отраженного света. Подобная схема применяется при использовании плоского зеркала для подсветки во время натурных съемок при свете солнца, лучи которого практически параллельны между собой.

Для отражения в нужном нам направлении большого количества световых лучей, идущих от близко расположенного точечного источника света (что мы имеем в осветительной аппаратуре, используемой при съемках и при проекции), применяются сферические или параболические зеркала.

Если вместо гладкой поверхности плоского зеркала взять какую-нибудь шероховатую поверхность (например, фанерный щиток-отражатель, применяемый для подсветки на натурной съемке, покрытый алюминиевым порошком) и направить на него поток лучей, параллельных друг другу (например от солнца), то мы будем иметь как бы разбрызгивание отраженных лучей по всем направлениям (так называемую «диффузию света»). Это происходит вследствие того, что каждый падающий луч встречает отдельный элемент шероховатой поверхности под различными углами. Поэтому от плоского отражателя с шероховатой поверхностью будет итти поток мягкого, рассеянного света, причем его яркость будет во много раз меньше, чем яркость потока лучей света, отраженного гладким зеркалом.

Чем ровнее поверхность отражателя, тем ярче поток отраженного от него света.

При каждом отражении, даже от самой гладкой поверхности, некоторая часть несомой световым лучом энергии поглощается той средой, от которой луч отражается, и переходит в другой вид энергии (в тепловую, фотохимическую, электрическую и т. п.). Таким образом мы никогда не можем получить отраженный поток света такой же мощности, как мощность света, падающего непосредственно от источника. С этим постоянно приходится считаться при киносъемках, где все объекты съемок в плане чисто физическом мы рассматриваем лишь как поверхности различного качества, отражающие в объектив свет.

§ 4. ОСВЕЩЕННОСТЬ

Свет представляет собой поток лучистой энергии, непрерывно идущий от источника света во все стороны. Так как световые волны распространяются в виде расходящихся сферических поверхностей, то с удалением

от источника одно и то же количество лучистой энергии, заключенной в каком-нибудь определенном телесном угле, будет распределяться на все большую и большую поверхность. В результате этого освещенность какой-нибудь поверхности, перпендикулярной к линии распространения светового потока, будет изменяться обратно пропорционально квадрату расстояния от данной поверхности до источника света. С практическим использованием этого закона освещенности на кинопроизводстве постоянно сталкиваются при применении искусственных источников освещения как при съемках, так и при проекции.

По принятому у нас стандарту (ОСТ-6175) «освещенность E есть отношение светового потока ϕ, падающего на поверхность, к величине поверхности s:

$$E = \frac{d\phi}{ds},$$

где ds — элемент поверхности, а световой поток ϕ — есть лучистая мощность, оцениваемая по производимому ею световому ощущению». Единицей измерения освещенности является люкс (*лк*), т. е. освещенность, которую получают на внутренней поверхности полого шара с радиусом в 1 *м*, если в его центре помещена светящаяся точка с силой света в одну международную свечу.

Общее количество света, излучаемое источником в единицу времени, называется световым потоком — ϕ.

За единицу светового потока принят люмен (*лм*), т. е. световой поток внутри телесного угла в один стерадиан[1], излучаемый точечным источником света с силой в одну международную свечу.

Следовательно: $1 \text{ люкс} = \frac{1 \text{ люмен}}{1 \text{ кв. м}}$.

С вопросами освещенности в кино сталкиваются и в процессе съемки фильмов, и при их показе на экране.

§ 5. ЛИНЗЫ

При переходе луча света из одной однородной среды (например из воздуха) в однородную прозрачную среду другой плотности (например в стекло) луч света преломляется, т. е. меняет свое направление.

Законы преломления на кинопроизводстве используются в объективах и в других оптических приспособлениях, применяемых для съемки и для проекции кинофильмов.

Объективом мы называем такую оптическую систему (набор оптических стекол — линз), которая дает на какой-нибудь поверхности (экране) оптическое изображение находящихся перед ней освещенных предметов.

[1] За телесный угол в 1 стерадиан принимают пространство внутри конуса, вырезанного из шара с радиусом r и опирающегося на шаровой сегмент площадью r^2.

В оптике известны две группы линз. Одна из них обладает способностью давать на каком-нибудь экране действительное изображение, т. е. собирать на нем лучи, отражаемые освещенными предметами, почему такие линзы и носят название собирательных или положительных. Отличительным признаком собирательных линз является то, что у них в поперечном разрезе середина всегда толще, чем края.

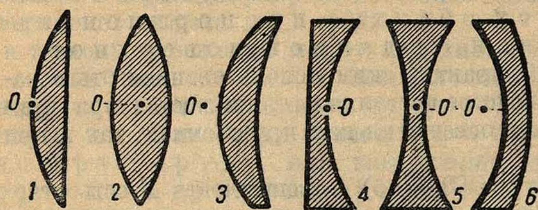
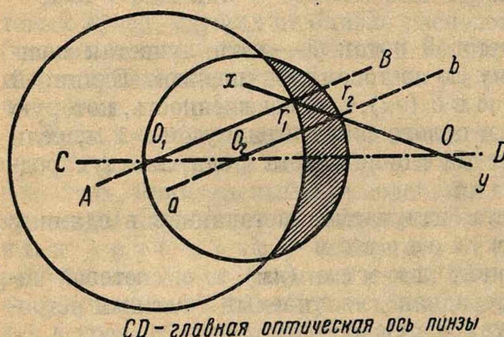


Рис. 2. Различные типы линз: *1*, *2*, *3* — собирательные; *4*, *5*, *6* — рассеивающие

Имеется три типа собирательных линз (рис. 2): плосковыпуклая *1*, двояковыпуклая или «чечевица» *2* и мениск *3*. Любая из этих собирательных линз может служить в качестве объектива и давать действительное изображение.



Другая группа — рассеивающих или отрицательных линз — не дает действительного изображения и применяется в современных объективах только в соединении с собирательными линзами. У рассеивающих линз середина всегда тоньше, чем края. Рассеивающие линзы тоже имеются трех типов: плосковогнутые *4*, двояковогнутые *5*, выпукловогнутые *6* (см. рис. 2).

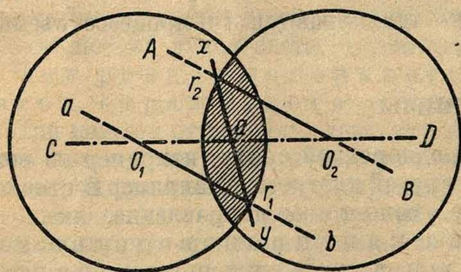


Рис. 3. Графический метод нахождения оптического центра O линзы: через центр O_1 и O_2 сферических поверхностей, образующих линзу, проводят главную оптическую ось CD. Из центров O_1 и O_2 проводят параллельно друг другу радиусы O_1r_1 и O_2r_2. Через точки касания этих радиусов с соответствующими поверхностями линзы r_1 и r_2 проводят секущую линию xy. Точка O ее пересечения с главной оптической осью CD и определяет положение оптического центра линзы

Любую линзу можно рассматривать как сложное тело, состоящее из бесконечно большого количества различных по форме, но однородных по материалу усеченных трехгранных призм, расположенных симметрично вокруг центральной пластинки с плоскопараллельными сторонами. Поэтому понятно, что различные части линзы по-разному будут преломлять падающие на них световые лучи (краевые части линзы преломляют лучи сильнее, чем центральные).

Главной оптической осью линзы называется вообра-

жаемая прямая линия, проходящая через центры сферических поверхностей, образующих данную линзу (рис. 3).

Главная оптическая ось является основным направлением, ориентирующим каждую линзу или оптическую систему в пространстве. На кинопроизводстве все измерения удалений до снимаемых объектов или до экрана от объектива проводятся, считая только по главной оптической оси.

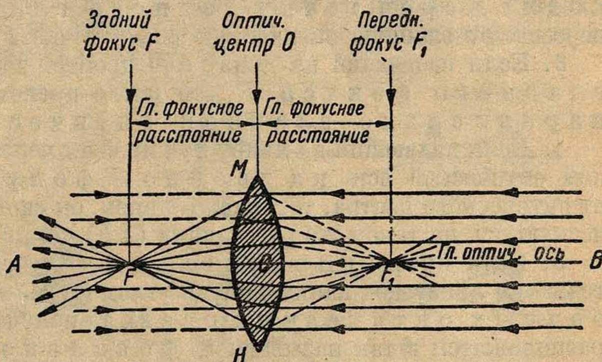


Рис. 4. Главная оптическая ось линзы AB, точки ее главного фокуса F и F_1 и ее оптический центр O

Если на линзу падает поток лучей, параллельных главной оптической оси, то после преломления все лучи пересекут главную оптическую ось в одной точке, которая носит название главного фокуса F линзы. Понятно, что если мы направим на линзу поток лучей, параллельных главной оптической оси, сначала слева направо, а затем справа налево, то найдем две точки главного фокуса: передний главный фокус F и задний главный фокус F_1.

Точка, лежащая на главной оптической оси в центре между точками фокусов F и F_1, называется оптическим центром O и характеризуется тем, что все падающие на нее лучи проходят через линзу, не преломляясь (рис. 5), почему их и называют побочными оптическими осями.

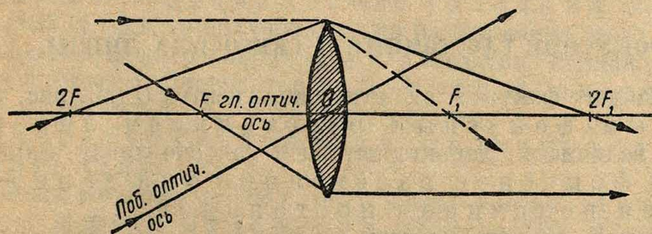


Рис. 5. Основные случаи прохождения лучей света через линзу

Оптический центр линзы может находиться как внутри тела линзы, так и вне его. На рис. 2 жирными точками O показано местонахождение оптического центра у различных типов линз, а на рис. 3 дан графический метод его нахождения.

Зная главную оптическую ось, точки главных фокусов (переднего и заднего) и оптического центра линзы, мы можем запомнить следующие, интересные с точки зрения съемочной практики, основные случаи прохождения лучей через линзу (рис. 5).

1. Лучи, проходящие через оптический центр линзы, не изменяют своего первоначального направления, т. е. как бы не преломляются (фактически преломление здесь имеет место, но практически им можно пренебречь).

2. Лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси, после преломления их линзой проходят через точку заднего главного фокуса, т. е. пересекают главную оптическую ось в точке F_1.

3. Если падающий на линзу луч пройдет через точку переднего главного фокуса F, то после преломления в линзе он пойдет параллельно главной оптической оси.

4. Если падающий на линзу луч пройдет через точку, лежащую на главной оптической оси на двойном фокусном расстоянии от оптического центра, то, пройдя линзу, он снова пересечет главную оптическую ось на таком же расстоянии ($2F$), но по другую сторону от линзы.

5. Если пучок параллельных лучей света падает на собирательную линзу под каким-нибудь углом (т. е. параллельно одной из побочных оптических осей), то полученные в этом случае фокусы расположатся в так называемой фокальной плоскости, которая будет перпендикулярна к главной оптической оси и будет пересекать ее в точке главного фокуса.

Все эти законы относятся к собирательным положительным линзам, так как у них точка главного фокуса F есть реальная точка. В рассеивающих же линзах действительного изображения точки мы не получаем, так как преломленные линзой лучи рассеиваются и у них будет так называемый мнимый фокус, представляющий собой точку пересечения на главной оптической оси продолжения в обратном направлении лучей, преломленных линзой. Удаление этой точки мнимого фокуса от оптического центра и даст главное фокусное расстояние рассеивающей линзы.

§ 6. ГЛАВНОЕ ФОКУСНОЕ РАССТОЯНИЕ И СВЕТОСИЛА ЛИНЗЫ

Удаление точки главного фокуса F от оптического центра O (см. рис. 4) называется главным фокусным расстоянием линзы и является основной величиной, характеризующей каждую линзу. Заметим, что главное фокусное расстояние для данной линзы является величиной постоянной.

В сложных объективах, представляющих собой набор различных линз, собирательных (положительных) и рассеивающих (отрицательных), для всей оптической системы берется так называемое эквивалентное фокусное расстояние F, вычисляемое по специальным формулам.

Так как на кинопроизводстве всегда пользуются сложными объективами, то когда нам будут называть их главные фокусные расстояния, всегда нужно иметь в виду, что указывается именно их эквивалентное фокусное расстояние.

Наряду с главным фокусным расстоянием F каждая линза или объектив имеет еще другую характеризующую его величину — так называемую

светосилу, под которой мы понимаем способность линзы или объектива пропускать сквозь себя то или иное количество световых лучей и давать световое изображение той или иной яркости (т. е. давать ту или иную освещенность экрана или пленки при источнике света стандартной мощности). Освещенность изображения, даваемого объективом, является весьма существенным фактором, от которого зависит продолжительность выдержки и качество проекции. Эта освещенность, зависящая от светового потока, прошедшего через объектив, является величиной пропорциональной диаметру D действующего отверстия объектива.

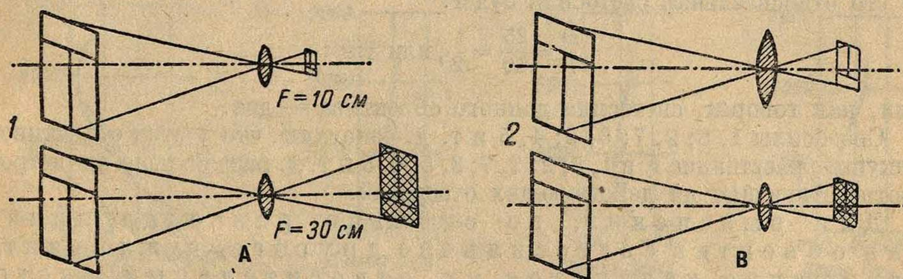




Рис. 6. Сравнение светосилы: A — зависимость светосилы от F при одинаковых D; B — зависимость светосилы от D при одном и том же F. Внизу — три объектива одного и того же F, но с различными светосилами

Например, если взять три линзы с одинаковым фокусным расстоянием, но с разными диаметрами их действующих отверстий (например $D_1=20$ *мм*; $D_2=40$ *мм*; $D_3=60$ *мм*) и навести их с одинакового удаления на один и тот же освещенный объект, то полученные ими изображения этого предмета будут одинаковы по своим размерам (ибо F у всех линз одинаковы), но различны по освещенности; причем освещенность светового изображения будет увеличиваться пропорционально квадрату увеличения диаметра действующего отверстия.

Если же взять линзы с одинаковыми диаметрами действующего отверстия ($D_1=D_2=D_3$), но с различными фокусными расстояниями (например $F_1=10$ *мм*; $F_2=20$ *мм* и $F_3=30$ *мм*) и установить их на одинаковом удалении от одного и того же освещенного предмета, то полученные этими тремя линзами оптические изображения будут отличаться как по своим размерам, так и по освещенности.

В этом случае освещенность изображения будет обратно пропорциональна квадрату фокусного расстояния линзы или объектива.

Сопоставляя эти две зависимости (рис. 6), можно сказать, что мерилом светосилы линзы или объектива, т. е. ее спо-

собности давать на экране (пленке) изображение той или иной освещенности, может служить отношение $\frac{D_2}{F_2}$, или просто $\frac{D}{F}$. Это отношение диаметра действующего отверстия D данной линзы или объектива к ее главному фокусному расстоянию F принято называть относительной светосилой или просто светосилой данной линзы или объектива.

Обычно числитель этой дроби приводят к единице и зачитывают только знаменатель. Например, если у нашего объектива $F=50$ *мм*, а $D=25$ *мм*, то его относительная светосила будет:

$$\frac{D}{F}=\frac{25}{50}=\frac{1}{2}, \text{ или } 1:2$$

или, как говорят, светосила данного объектива — два.

Светосилы 1, 8; 2, 7; 3, 5; 4, 5 и т. д. означают, что у этих объективов фокусное расстояние F в 1, 8; 2; 2, 7; 3, 5; 4, 5 и т. д. раза больше диаметров соответствующих им действующих отверстий.

Для выяснения, во сколько раз одна линза или объектив светосильнее другого, нужно взять отношение квадратов их относительных светосил, т. е.

$$\left(\frac{D_1}{F_1}\right)^2 : \left(\frac{D_2}{F_2}\right)^2$$

§ 7. НЕДОСТАТКИ ПРОСТОЙ ЛИНЗЫ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Если получать оптическое изображение при помощи простой собирательной линзы (монокль, мениск), то она будет не только преломлять лучи

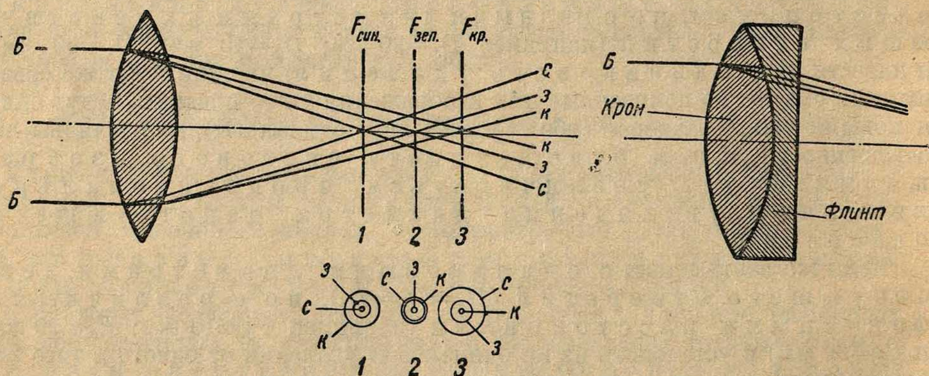
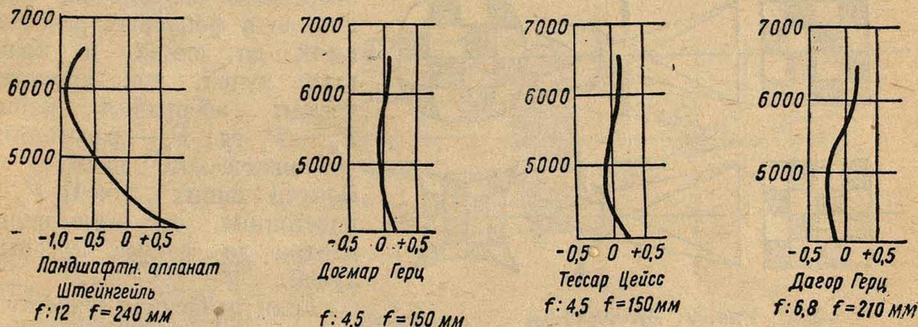


Рис. 7. Принципиальная схема хроматической аберрации (слева) и ахроматическая линза (справа)

белого света, но и разлагать их на составные цветные, которые после преломления пересекутся на главной оптической оси в разных точках 1, 2 и 3, причем фокус F_c сине-фиолетовых лучей (наиболее сильно действующих на эмульсию пленки)

будет располагаться ближе всего к оптическому центру линзы, за ним будет фокус $F_з$ желто-зеленых лучей, наиболее сильно действующих на наш глаз, и дальше всего от оптического центра линзы расположится точка F_k — пересечения красных лучей (рис. 7). В результате, куда бы мы ни поставили наш экран, резкого изображения белой точки не получим, а будем иметь вместо нее радужные пятна. Только при очень малых светосилах (порядка 1:20—1:30) этот недостаток, называемый хроматической аберрацией, становится мало заметным.



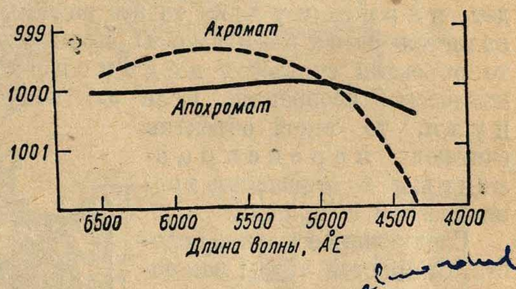


Рис. 8. Графики величины хроматической аберрации у различных объективов

Хроматическая аберрация устраняется путем соединения собирательной линзы с рассеивающей линзой, сделанных из различных сортов оптического стекла. Полученная таким способом сложная линза является ахроматической. У сложных линз обычно совмещены или достаточно сближены только точки пересечения желто-зеленых и сине-фиолетовых лучей. Полностью же хроматическая аберрация устранена только в более сложных конструкциях, которые называются апохроматами. Кстати заметим, что приставка к названию объектива слов «апо» (например «Колинеар» и «Апо-Колинеар») и «пан» («Тахар» и «Пан-Тахар») указывает на то, что у них хроматическая аберрация устранена полностью, и в одной точке сопряжены фокусы и сине-фиолетовых, и желто-зеленых, и оранжево-красных лучей. Это особенно важно на кинопроизводстве при использовании панхроматических сортов негативной пленки, очувствленной и к оранжево-красным лучам.

О степени исправленности того или иного объектива от хроматической аберрации можно судить по графикам, вроде изображенных на рис. 8,

где в системе прямоугольных координат по одной из осей откладываются длины волн (или в Å или в mμ), а по другой — соответствующие им значения F, выраженные в миллиметрах. Чем ближе кривая хроматической аберрации приближается к прямой линии, тем лучше исправлен данный объектив от этого недостатка. Из приведенных на рис. 8 характеристик видно, что наименьшей хроматической аберрацией обладает «Догмар» Герца и «Тессар» Цейсса, а хуже всего исправлен ландшафтный апланат Штейнгеля.

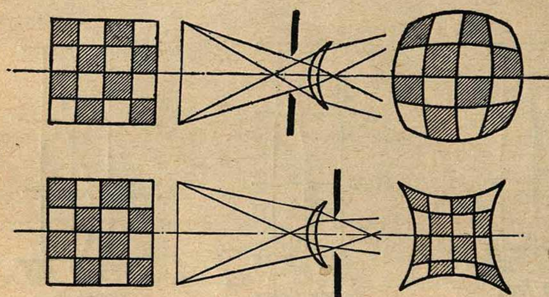


Рис. 9. Дисторсия

Иногда хроматическая аберрация выражается разностью в фокусных расстояниях до синих и красных лучей, т.е. хроматическая аберрация равна $F_c - F_k$, где F_c — расстояние от оптического центра до фокуса синих лучей; F_k — расстояние от оптического центра до фокуса красных лучей.

Если найденная величина хроматической аберрации будет равна нулю, то это значит, что данная линза или объектив является апохроматом. Если же она будет меньше нуля, то объектив считается недоисправленным в отношении хроматической аберрации. Если же полученная разность будет больше нуля, то такой объектив считают переисправленным в отношении хроматической аберрации.

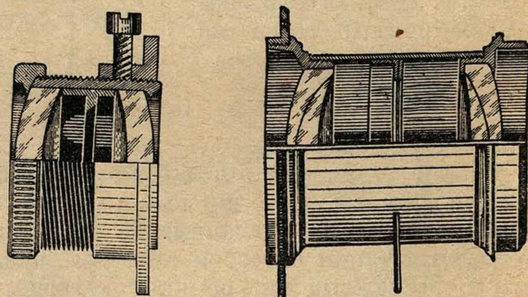


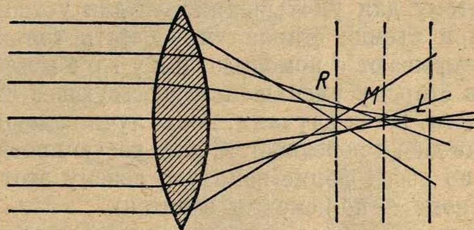
Рис. 10. Объективы, свободные от дисторсии: слева — перископ Штейнгеля; справа — апланат Штейнгеля

Следующий основной недостаток простой линзы заключается в том, что в зависимости от положения диафрагмы (внутренней преграды с круглым вырезом того или иного диаметра) она дает искривление краевых линий, выгибая их наружу при расположении диафрагмы перед линзой, или внутрь, если диафрагма находится сзади линзы (рис. 9). Этот недостаток, называемый дисторсией, был устранен в 1865 г. оптиком Штейнгелем, который соединил в одной оправе два мениска так, что диафрагма находилась посредине между ними. Такой двойной объектив называется перископом.

Штейнгель является изобретателем и второго основного типа конструкции объективов, так называемого апланата, представляющего собой как бы перископ, составленный из двух ахроматических линз (рис. 10) и поэтому избавленный и от дисторсии и от хроматической аберрации.

Простые линзы вследствие неодинакового преломления лучей в краевых зонах и ближе к центру не дают пересечения всех прошедших сквозь нее лучей в одной точке фокуса (рис. 11) и вместо светящейся проекции точки дают некоторый диск нерезкости. Это явление носит название сферической аберрации.

В оптике считается, что только те лучи пересекутся в одной точке, которые проходят через узкую кольцевую зону, все точки которой расположены на одинаковом расстоянии от оптического центра объектива.



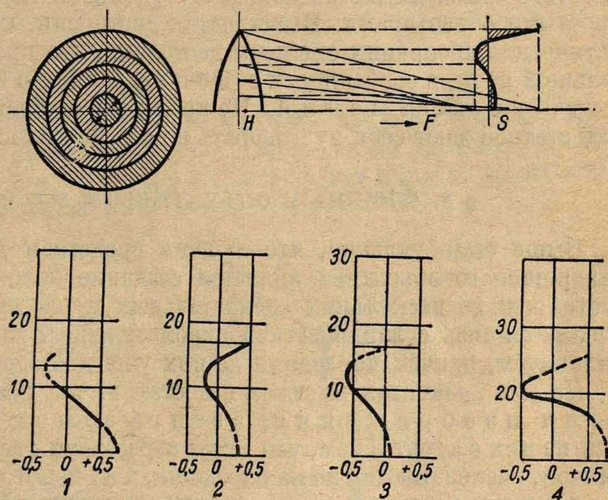


Рис. 11. Сферическая аберрация: сверху — принципиальная схема сферической аберрации; в центре определение величины сферической аберрации; внизу — сферическая аберрация у ландшафтной линзы Штейнгеля (*1*), у объективов: «Догмар» Герца (*2*), «Тессар» Цейсса (*3*) и «Дагор» Герца (*4*)

Поэтому для определения величины сферической аберрации какой-нибудь линзы всю площадь ее действующего отверстия разбивают на то или иное количество узких кольцевых зон, для которых и определяют местонахождение их F_h. Затем эти точки соединяются плавной кривой, как это показано на средней части рис. 11, и мы получают кривую сферической аберрации.

Для построения кривой сферической аберрации в системе прямоугольных координат по оси ординат откладывается высота входа лучей соответствующей кольцевой зоны, а по оси абсцисс — величина сферической аберрации, т. е. отклонение частного F_h для лучей данной зоны от главного F линзы, причем масштаб для оси абсцисс обычно берется большим, чем по

оси ординат. На нижних графиках одно деление абсциссы равно 0,5 *мм*, а одно деление оси ординат равна 10 *мм*. Чем меньше полученная кривая отклоняется от прямой, тем лучше исправлен данный объектив от сферической аберрации. На приведенных внизу рис. 11 графиках видно, что объектив «Тессар» Цейсса лучше всех остальных исправлен от сферической аберрации, а хуже всех — «Догмар » Герца.

По среднему графику рис. 11, на котором показана величина сферической аберрации простой двояковыпуклой линзы, видно, что сильнее всего нарушают правильный ход лучей краевые зоны линзы.

Поэтому для уменьшения или для устранения сферической аберрации линз при съемке стараются работать только их центральной частью, а края закрывают с помощью внутренней диафрагмы, изменяющей в сторону уменьшения действующее отверстие D данного объектива или линзы. В тех случаях, когда лучи падают косо, по краям снимка будем иметь не диски нерезкостей, а их косую проекцию в виде мазков, напоминающих по своей форме запятую, почему этот недостаток и носит название комы (кома — по-немецки запятая).

Понятно, что для устранения этих недостатков нужно прежде всего не работать краевыми частями линзы, т. е. пользоваться не очень светосильными простыми объективами. В апланатах дисторсия, кома, сферическая и хроматическая аберрации снижены настолько, что практически они не играют большой роли, в особенности в центральной части полученного изображения. По краям же изображения некоторые из этих недостатков дают себя чувствовать в виде нерезкости снимка.

§ 8. СЛОЖНЫЕ ОБЪЕКТИВЫ И ИХ НЕДОСТАТКИ

Выше было указано, что лучшим средством для получения наиболее совершенного объектива является создание более сложной конструкции, состоящей из нескольких собирательных и рассеивающих линз. Мы уже познакомились с ландшафтной ахроматической линзой, с перископом и с апланатом, причем последний из них уже достаточно совершенен.

Но и в апланатах имеются недостатки: так называемая кривизна поля изображения, астигматизм и рефлексы. Первый из них состоит в том, что точки пересечения всех лучей, преломленных линзой, располагаются не на плоскости, а на некоторой сферической поверхности, не совпадающей с плоскостью нашей пленки или экрана. Поэтому при наводке такого объектива на фокус наиболее резким будет то центральная часть снимка, то его края. Выпуклость поля будет тем большей, чем короче F объектива или линзы.

Астигматизм или «бесточие» («стигма» — точка; «а» — отрицание) выражается в том, что по краям изображения точка передается в виде крестика с резкой передачей либо горизонтальных либо вертикальных линий. Сущность астигматизма (рис. 12) заключается в том, что косо падающий на края линзы пучок лучей света встречает ее поверхности в вертикальной и в горизонтальной плоскостях по кривым разных радиусов. В результате, после преломления этих лучей линзой они соберутся не в одной точке F, а в двух: лучи, идущие в вертикальной плоскости, соберутся в точке F_a, лежащей на плоскости a, лучи же, преломлен-

ные в горизонтальной плоскости, пересекутся дальше, в точке F_b, лежащей в плоскости b. Поэтому, если мы наведем наш объектив, страдающий астигматизмом, на предмет с ярко выраженными горизонтальными и вертикальными линиями (например на решетку, изображенную слева внизу), то мы

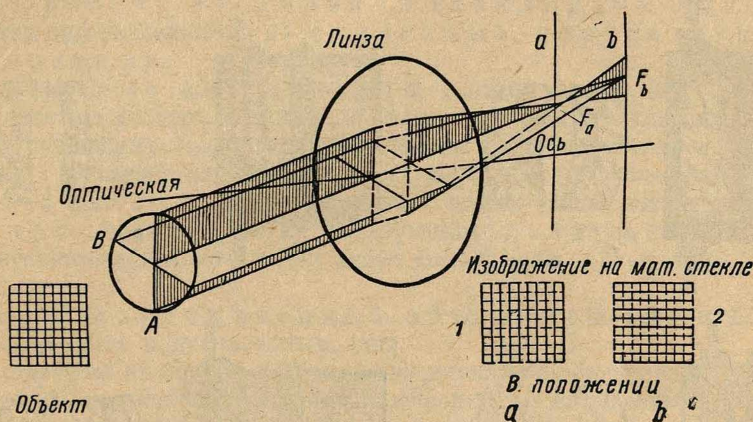


Рис. 12. Сущность астигматизма

получим либо изображение *1* с резкими вертикальными линиями (если расположим экран в плоскости *a*) либо изображение *2* с резкими горизонтальными линиями (если экран будет расположен в плоскости *b*).

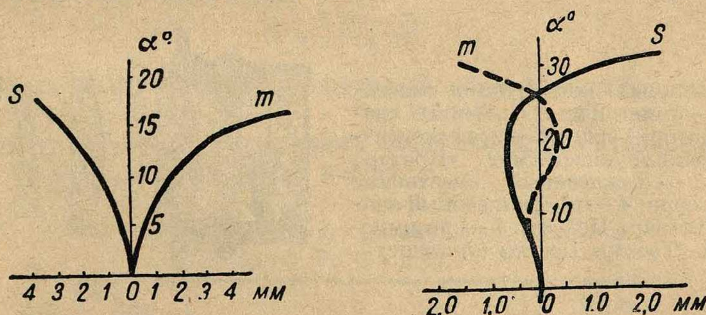


Рис. 13. Кривые астигматизма для апланата (слева) и для анастигмата «Тессар» Цейсса

Разность расстояний F_b и F_a, т. е. $F_b—F_a$, называют астигматической разностью. Она будет увеличиваться по мере увеличения угла наклона входящего в линзу луча света.

Астигматизм того или иного объектива графически изображается в виде кривых (рис. 13), начерченных в системе прямоугольных координат, где по оси ординат отложены углы входа луча в объектив, а по оси абсцисс — разность фокусных расстояний F_b и F_a по сравнению с главным фокусным расстоянием объектива или линзы. Понятно, что чем ближе друг к другу

будут расположены эти кривые, тем меньше астигматизм. На графиках рис. 13 ясно видно, что у апланата астигматизм очень силен, а у анастигмата «Тессар» (в особенности для небольших углов наклона лучей, т. е. в центральной части снимка) он сведен до ничтожных размеров.

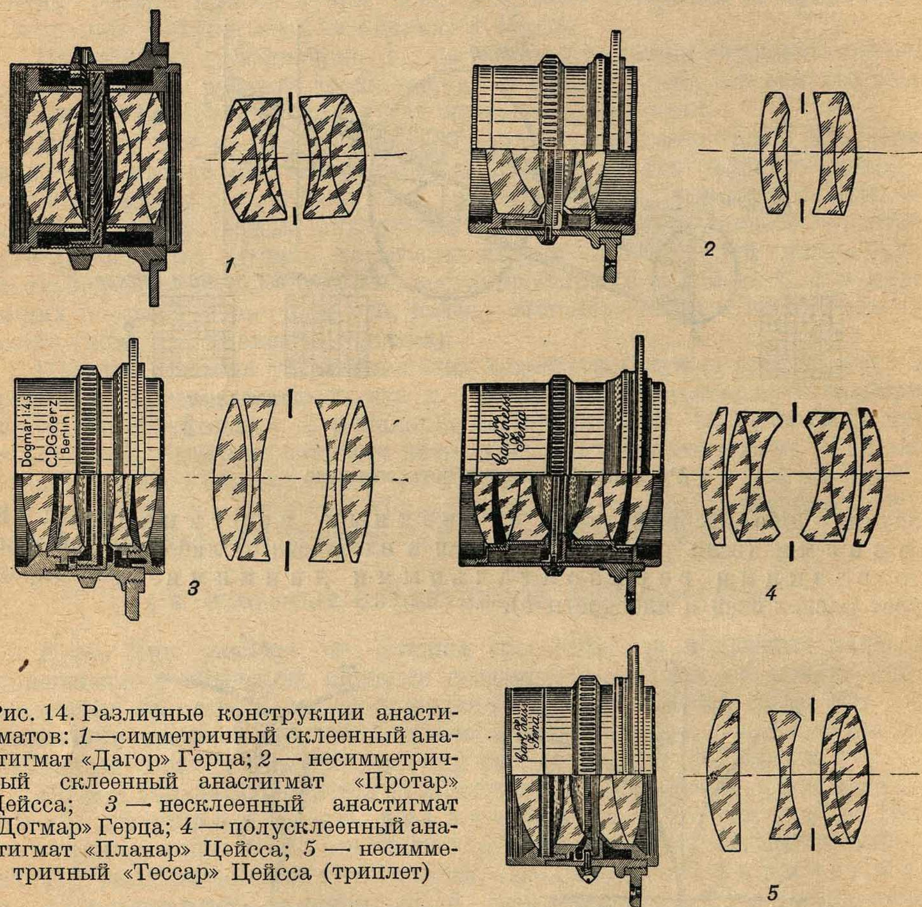


Рис. 14. Различные конструкции анастигматов: *1*—симметричный склеенный анастигмат «Дагор» Герца; *2* — несимметричный склеенный анастигмат «Протар» Цейсса; *3* — несклеенный анастигмат «Догмар» Герца; *4* — полусклеенный анастигмат «Планар» Цейсса; *5* — несимметричный «Тессар» Цейсса (триплет)

Объективы, избавленные от астигматизма, называются анастигматами. По своей конструкции анастигматы, к типу которых принадлежат и все кинообъективы, разделяются на симметричные и несимметричные. У первых обе группы линз совершенно одинаковы и расположены симметрично по отношению к внутренней диафрагме объектива (рис. 14). У симметричных анастигматов (так же, как и у апланатов и перископов) можно вывинтить из оправы одну группу линз и снимать только второй частью объектива, причем фокусное расстояние такой половинки объектива будет приблизительно раза в два больше, чем фокусное расстояние всего объектива. Понятно, что от такого увеличения

у нового объектива (у половинки симметричного анастигмата) светосила уменьшится (так как D остается постоянным). У несимметричных анастигматов имеются либо две группы различных линз либо три. Последний тип носит название триплета и к нему принадлежат наиболее распространенные объективы «Кук», «Тессар» Цейсса и др.

По способу соединения стеклянных линз в анастигматах они разделяются на склеенные, полусклеенные и несклеенные.

Склеенные анастигматы состоят только из стеклянных линз (не меньше, чем из 4, а обычно из 6 или 8), склеенных по 2, по 3 и т. д. канадским бальзамом так, что они образуют новые сложные линзы, составленные из различных сортов оптического стекла.

В несклеенных анастигматах линзы разделяются воздушным пространством, образующим воздушные линзы, т. е. в несклеенных анастигматах имеют комбинацию из стеклянных и из воздушных линз.

Наконец, полусклеенные объективы состоят из комбинации склеенных и несклеенных линз.

Анастигматы являются наиболее совершенными объективами, свободными почти от всех недостатков, за исключением так называемых рефлексов, или внутренних отражений проходящих сквозь них лучей света. Так как рефлекс получается путем отражения лучей света от полированных поверхностей линз, соприкасающихся с воздухом, то количество таких поверхностей линз в каждом объективе является известным показателем способности его давать рефлексы.

Проф. Е. Гольдберг дает следующее уравнение, определяющее количество отражений Z в данном объективе:

$$Z = \frac{n\ (n-1)}{2},$$

где n — число полированных поверхностей линз объектива, соприкасающихся с воздухом.

Количество рефлексов в различных типах объективов выражается следующими данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Количество рефлексов у различных объективов

(по Р. Туну)

Число поверхностей, соприкасающихся с воздухом	Число линз	Название типа объектива	Число рефлексов	
			без светофильтра	со светофильтром
2	1	Ландшафтная линза	1	6
4	2	Апланат. Склеенный анастигмат	6	15
6	3	Триплет (линза Кука) . . .	15	28
8	4	Несклеенный анастигмат. .	28	45

При каждом отражении, по Гольдбергу, теряется около 4% яркости света (по Гартингу — в зависимости от показателя преломления сорта стекла потеря может доходить до 5,3%). Поэтому, по Р. Туну, в апланатах и в склеенных анастигматах (при четырех поверхностях, соприкасающихся с воздухом) потеря света будет доходить до 18%; в триплетах типа Кук (при шести поверхностях) — 25% и в несклеенных анастигматах (при восьми поверхностях) — до 32%.

Этим объясняется то уменьшение фактической светосилы, которое часто наблюдается у сложных объективов, применяемых для киносъемок и для проекции.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Акад. С. И. Вавилов, «Глаз и солнце», Гос. техн. теорет. издат., Москва, ц. 2 р.

В. А. Яштолд-Говорко, «Курс фотографии», т. I, Гизлегпром, 1932, ц. 6 р. 75 к.

Неблит, «Общий курс фотографии», т. I, изд. Журн.-газ. объед., 1932, ц. 5 р.

Б. Л. Балашинский, «Световые измерения», ОНТИ, 1932, ц. 50 к.

В. В. Петров, «Оптика фотографического объектива», Кинофотоиздат, 1935, ц. 3 р. 95 к.

ПОЛУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ НА КИНОПЛЕНКЕ И НА ЭКРАНЕ

§ 9. УГЛЫ ЗРЕНИЯ ОБЪЕКТИВА КАК ФУНКЦИЯ F

Если взять любой кинообъектив и, вставив его в большую фотокамеру, установить ее матовое стекло в точке F, то увидим на нем (при условии его достаточно больших размеров) световое изображение, даваемое объективом, в форме круга. В центральной части оно будет четким, резким и с более или менее равномерной интенсивностью освещения. По мере удаления к краям резкость и освещенность изображения уменьшаются и постепенно сходят на-нет.

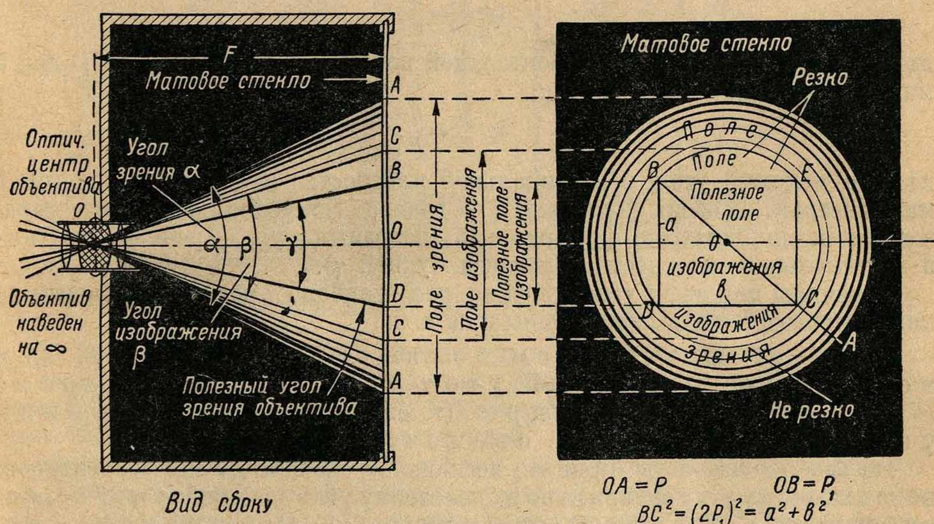


Рис. 15. Поле зрения объектива, поле изображения (общее и полезное) и соответствующие им углы изображения

П о л н ы й к р у г изображения, даваемого объективом, включая в него и слабо освещенные и нерезкие (мутные) части, называется п о л е м з р е н и я объектива (рис. 15). Угол α, под которым из оптического центра объектива видно п о л е и з о б р а ж е н и я, называется о б щ и м у г л о м з р е н и я о б ъ е к т и в а.

Вследствие неравномерного качества изображения поля зрения для фото- и киносъемки берут лишь его наиболее совершенную ц е н т р а л ь-

ную часть с радиусом OB, все точки которой выходят примерно с одинаковой степенью резкости и яркости, и называют ее полем изображения. В него вписывается прямоугольник кадрика или пластинки, площадь которых называется полезным полем изображения, так как на снимке мы фиксируем только его.

Ясно, что полезное поле изображения всегда меньше поля изображения и меньше поля зрения объектива.

Угол β, под которым видно поле изображения из оптического центра объектива, называется углом изображения. Его величина может быть найдена по формуле:

$$\operatorname{tg}\frac{\beta}{2} = \frac{P_1}{F},$$

где $P_1 = OB = \frac{BC}{2}$.

Для удобства работы вместо угла изображения на кинопроизводстве введено понятие полезного угла зрения объектива в горизонтальной плоскости α и в вертикальной плоскости β, которые являются соответствующими проекциями угла изображения. Они могут быть вычислены по формуле:

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{a}{F},$$

где α — искомый угол в горизонтальной плоскости и a — ширина кадра в миллиметрах, или по формуле:

$$\operatorname{tg}\frac{\beta}{2} = \frac{b}{F},$$

где β — искомый угол в вертикальной плоскости и b — высота кадра в миллиметрах. В обеих формулах F — главное фокусное расстояние, выраженное в миллиметрах (на рис. 15 полезный угол зрения объектива в вертикальной плоскости обозначен буквой γ).

Величины полезных углов зрения для наиболее распространенных на кинопроизводстве объективов даны в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что чем больше F объектива, тем меньше его полезный угол зрения, и чем короче F объектива, тем «шире» (т. е. под более широким углом) «видит» наша съемочная камера.

На кинопроизводстве принято несколько условное деление объективов, не по их общему углу зрения, а по их полезному углу зрения, который является функцией F. Все кинообъективы делятся на: 1) широкоугольные, — имеющие главное фокусное расстояние F от 35 *мм* и меньше; 2) нормальные — с F=50—75 *мм* и 3) узкоугольные, имеющие F больше 75 *мм*.

На кинопроизводстве их обычно называют: короткофокусными (1), нормальными (2) или длиннофокусными (3) объективами, кладя в основу деления величину их фокусного расстояния F.

В зависимости от применяемых при съемке объективов одной из этих трех групп при прочих равных условиях на кадрике будет меняться: 1) масштаб изображения снимаемых объектов; 2) резкость снимка в различных частях и 3) передача перспективы.

Таблица 2

Полезные углы зрения кинообъективов

Главное фокусное расстояние объектива F (в *мм*)	Величина полезного угла зрения			
	в вертикальной плоскости β		в горизонтальной плоскости α	
	для звукового кадра 16×22	для немого кадра 18×24	для звукового кадра 16×22	для немого кадра 18×24
	в градусах			
25	33,5	40	47,5	51—52
28	32	35,5	43	46,5
35	25,5	29	35	38
40	22,5	25,5	31	33,5
42	22	24	30	32
50	18	20,5	25	27
60	15	17	21	23
75	11,5	14	17	18
80	11	13	15,5	17
90	10	11,5	14	15
100	9	10,5	12,5	14
120	7,5	9	10,5	11,5
150	6	7	8,5	9
180	5	6	7	7,5
210	4	5	6	6,5
250	3,5	4	5	5,5

Примечание. ОСТ-кино 2 и ОСТ-кино 3 устанавливают размеры кадра 16×22 *мм* и для звуковых и для немых фильмов. Размер 18×24 *мм* применяется только для рирпроекции.

§ 10. МАСШТАБ ИЗОБРАЖЕНИЯ КАК ФУНКЦИЯ F

На рис. 16 показан случай съемки одних и тех же объектов с одного и того же удаления L от них съемочной камеры, но объективами с различными F. При съемке короткофокусным объективом, который будет иметь широкий полезный угол зрения ($\alpha_1=52°$), на кадрике будет изображение большого участка AB, удаленного на L метров от камеры; при съемке нормальным объективом с $F=50$ *мм*, имеющим более узкий полезный угол зрения ($\alpha_2=27°$), на кадрике получится уже меньшее количество объектов съемки, ограниченное участком $CD<AB$ и, наконец, при съемке узкоугольным ($\alpha_3=14°$) длиннофокусным объективом с $F=100$ *мм*, на пленке будет получено изображение с еще меньшего участка $EK<CD<AB$.

Протяженность снимаемого фронта X на удалении L метров от оптического центра объектива кинокамеры выражается формулой:

$$X=2L\cdot \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2},$$

где α — полезный угол зрения данного объектива.

В табл. 3 приведены значения протяженности снимаемого фронта для некоторых основных кинообъективов.

Таблица 3

Протяженность снимаемого фронта

F объектива в *мм*)	Полезный угол зрения α (в градус.)	$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$	Протяженность снимаемого фронта (в метрах) при удалении от объектива на						
			0,5 *м*	1 *м*	2 *м*	3 *м*	4 *м*	5 *м*	10 *м*
25	52	0,487	0,48	0,96	1,92	2,92	3,84	4,87	9,74
35	38	0,344	0,34	0,68	1,36	2,06	2,72	3,44	6,88
50	27	0,240	0,24	0,48	0,96	1,46	1,92	2,40	4,80
75	18	0,158	0,15	0,30	0,60	0,94	1,20	1,58	3,16
100	14	0,123	0,12	0,24	0,48	0,73	0,96	1,23	2,46
250	5,5	0,046	0,04	0,08	0,16	0,27	0,32	0,46	0,92

Примечание. Указанная в таблице протяженность снимаемого фронта вычислена для кадра 18×24 *мм*; при съемке звукового фильма она будет примерно на $^1/_{12}$ меньше.

Непосредственно из анализа приведенной выше формулы видно, что протяженность снимаемого фронта при постоянстве его удаления L от камеры пропорциональна тангенсу половины его полезного угла зре-

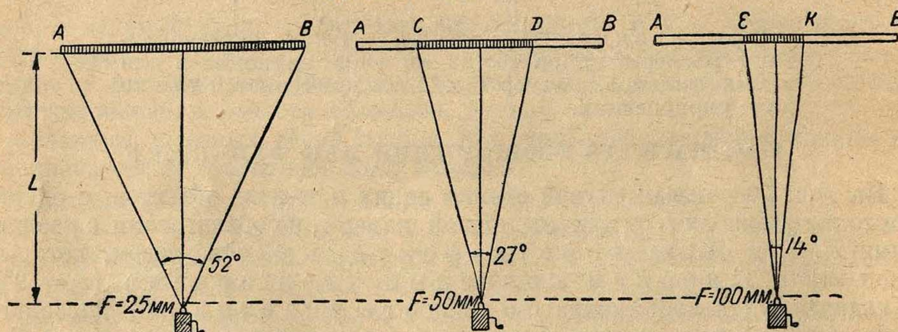


Рис. 16. Съемка одних и тех же объектов с одного и того же удаления объективами различных F

ния α. Но величина полезного угла зрения кинообъективов является функцией их F, поэтому можно сказать, что протяженность снимаемого фронта при одном и том же удалении его от камеры прямо пропорциональна F объектива.

С другой стороны, из формулы видно, что протяженность снимаемого фронта при постоянстве α является функцией удаления L объектива данного F от снимаемых объектов.

На кинопроизводстве во время каждой съемки оператору прежде всего приходится находить то место, откуда его камера с объективом выбранного F захватит требуемую протяженность снимаемого фронта. Другими словами, исходя из заданной протяженности снимаемого фронта, он должен найти удаление камеры от него.

Для быстрого примерного определения удаления L камеры от снимаемых объектов с протяженностью по фронту (т. е. перпендикулярно к главной оптической оси объектива), равной X, обычно запоминают следующее правило.

При съемке объективом с $F = 25$ *мм* удаление камеры от снимаемых объектов должно быть примерно равно протяженности их фронта. При съемке же объективами других F удаление камеры должно быть во столько раз большим, во сколько раз F выбранного объектива будет больше 25 *мм*.

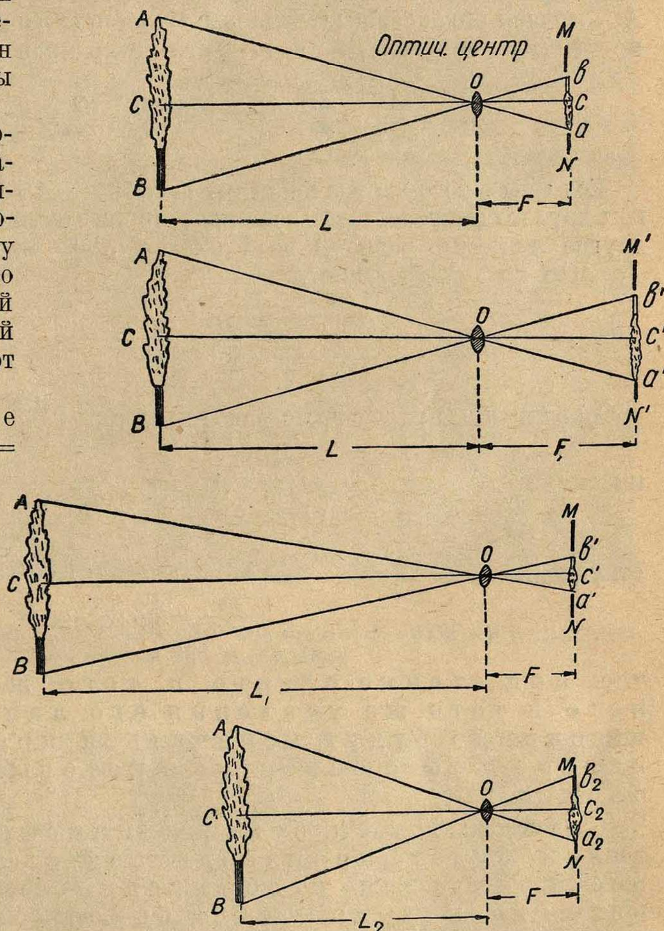


Рис. 17. Изменение масштаба снимка в зависимости от F объектива при постоянстве удаления L (сверху) и в зависимости от удаления при постоянстве F (снизу)

Так, обозначив через X протяженность снимаемого фронта, находим, что при съемке его объективом с:

$F=25$ *мм*	удаление камеры	$L \cong X$	и протяженность снимаемого фронта	$X \cong L$
$F=35$ *мм*	„ „	$L \cong 1{,}5\,X$	„ „	„
$F=50$ *мм*	„ „	$L \cong 2\ X$	„ „	„ $X = {}^1/_2\,L$
$F=75$ *мм*	„ „	$L \cong 3\ X$	„ „	„
$F=100$ *мм*	„ „	$L \cong 4\ X$	„ „	„ $X = {}^1/_4\,L$

На рис. 17 показана схема съемки достаточно удаленного от объектива предмета (удаления $L > 200\,F$, т. е. снимаемый предмет расположен в так на-

зываемой фотографической бесконечности). Сверху показана схема съемки его с одного и того же удаления объективами различных F. Расположив экран MN от оптического центра объектива O на удалении, равном F, мы получим на нем изображение $ав$ снимаемого предмета AB, причем его линейные размеры на снимке (масштаб изображения M) могут быть определены из подобия треугольников AOB и $aOв$.

$$\frac{AB}{CO} = \frac{ав}{cO} \quad \text{откуда} \quad \frac{ав}{AB} = \frac{cO}{CO} = \frac{F}{L} = M.$$

Если мы с того же удаления тот же объект AB будем снимать объективом другого фокусного расстояния F_1, то на снимке M^1N^1 мы получим уже другие линейные размеры изображения $a^1в^1$ снимаемого объекта. Но $\triangle\ AOB \backsim \triangle a^1Oв^1$, почему

$$\frac{AB}{CO} = \frac{a^1в^1}{c^1O}.$$

Сравнивая это равенство с ранее найденным $\frac{AB}{CO} = \frac{ав}{cO}$,

имеем

$$\frac{ав}{cO} = \frac{a^1в^1}{c^1O} = \frac{ав}{F} = \frac{a'в'}{F^1},$$

откуда

$$\frac{ав}{a^1в^1} = \frac{F}{F^1},$$

т. е. при съемке одного и того же объекта с одного и того же удаления его линейные размеры на снимке будут изменяться прямо пропорционально F того объектива, которым производится съемка.

Следовательно, чем более длиннофокусным объективом будет производиться съемка, тем крупнее получится изображение снимаемых предметов на кадрике, и чем более короткофокусным объективом мы будем снимать с того же удаления, тем мельче будут на снимке наши объекты.

Это позволяет при пользовании длиннофокусной оптикой снимать с больших удалений в крупных масштабах (рис. 18). При съемке же одним объективом (т. е., когда F постоянно) для изменения масштаба изображения на кадрике приходится изменять расстояние L от снимаемого объекта до камеры, причем, чем ближе мы подойдем, тем крупнее будет изображение (линейные размеры снимаемых объектов на кадрике будут изменяться обратно пропорционально удалению объектива от объектов съемки). Пользование при киносъемках набором объективов с различными F позволяет оператору, не меняя удаления камеры, снимать в различных масштабах, что для кинопроизводства имеет большое значение (рис. 19).

Рис. 18. Снимки, сделанные объективом с $F=105$ *мм* и с $F=1050$ *мм* с удаления в 35 *м* (слева) и 900 *м* (справа)

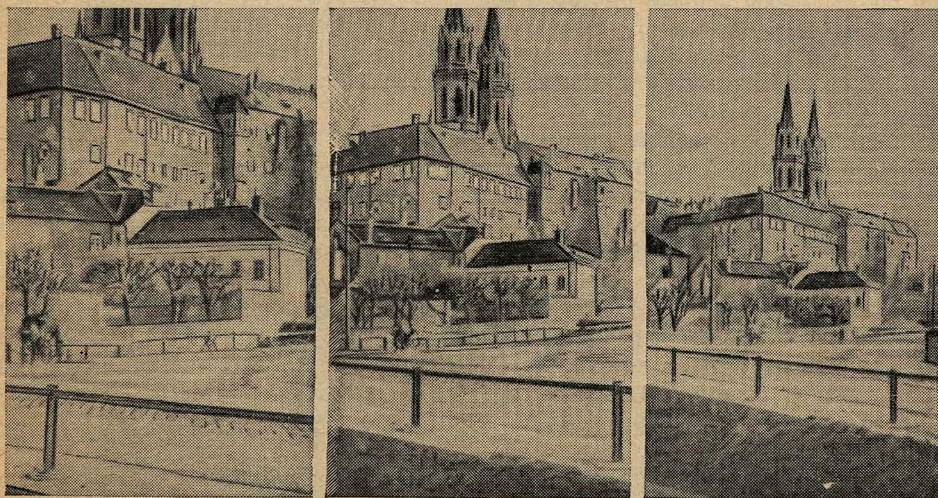


Рис. 19. Снимки, сделанные с одной и той же точки длиннофокусным объективом (слева), нормальным и короткофокусным объективом (справа)

§ 11. ПЕРЕДАЧА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СООТНОШЕНИЙ ОБЪЕКТИВАМИ РАЗЛИЧНЫХ F

Мы привыкли судить о перспективных удалениях предметов по относительному уменьшению их масштабов. Поэтому, когда при съемке кинофильма пользуются объективами различных F, перспектива будет передаваться по-разному. Только при съемке объективами с нормальным F (около 50 *мм*) перспектива на снимке будет передаваться в обычном для нас виде. При съемке тех же самых объектов короткофокусной (широкоугольной) оптикой перспектива на снимке будет казаться преувеличенной, а при съемке длиннофокусной оптикой — преуменьшенной. Объяснение этому дано на рис. 20.

Предположим, что нужно снять в определенном масштабе стол *3* и два стула *1*, *2*. Ширина (протяженность) этих снимаемых объектов 2 *м*. Сзади стола находится стена с вертикальными полосами (1, 2, 3, 4, 5 и т. д.), расположенными друг от друга на расстоянии 0,5 *м*. Впереди стола стоит тумбочка *4*.

Из рисунка видно, что для съемки этих объектов короткофокусным объективом с F=25 *мм* нужно расположить камеру на удалении от стола примерно в 2 *м*.

При съемке с этой точки на снимке тумбочка *4* выйдет преувеличенно большой, так как она будет занимать по ширине около половины всего кадрика, перекрывая собой большую часть стола. На заднем фоне получим, наоборот, чрезмерное уменьшение масштабов изображения стены, так как на кадрике уместятся 13 вертикальных полос (от 4-й до 16-й).

Если мы снимем стол и стулья в том же масштабе, что и в первом случае, но более длиннофокусным объективом с F=75 *мм* или с F=150 *мм* (для чего придется отодвинуть камеру от стола на расстояние в три или в шесть раз большее, чем в первом случае), то получится уже более мелкое по сравнению с первым снимком изображение тумбочки (она теперь будет занимать всего около $^1/_5$ ширины кадрика) и более крупное изображение стены заднего фона. В этом случае полезный угол зрения объектива с F=75 *мм* захватит на ширину кадрика всего 7 вертикальных полос заднего фона (от 7-й до 13-й).

В результате, рассматривая снимки, снятые с одного и того же пространства с неизменявшимися расстояниями между предметами, в первом случае (при F=25 *мм*) нам будет казаться, что между крупной тумбочкой и столом, между столом и мелким изображением задней стены расстояние очень большое. В этом случае получим подчеркнутую, преувеличенную перспективу.

Наоборот, при рассматривании снимка, сделанного объективом с F=150 *мм*, на котором разница в масштабах тумбочки, стола и расстояний между вертикальными полосами на фоне стены будет небольшая, создастся впечатление сдвинутости этих предметов между собой. В этом случае получим так называемую преуменьшенную перспективу.

На рис. 21 даны образцы снимков, сделанных с одной и той же сцены объективами разных фокусных расстояний (F=25 *мм*; F=50 *мм* и F=100 *мм*), причем на всех снимках размеры основного объек-

та съемок (стола) оставались без изменения. Хотя истинные размеры снимаемой декорации во всех случаях съемки оставались одними и теми же, их зрительная величина на снимках изменялась. Поэтому можно снять декорацию средних размеров короткофокусной оптикой и получить на экране вид грандиозного зала.

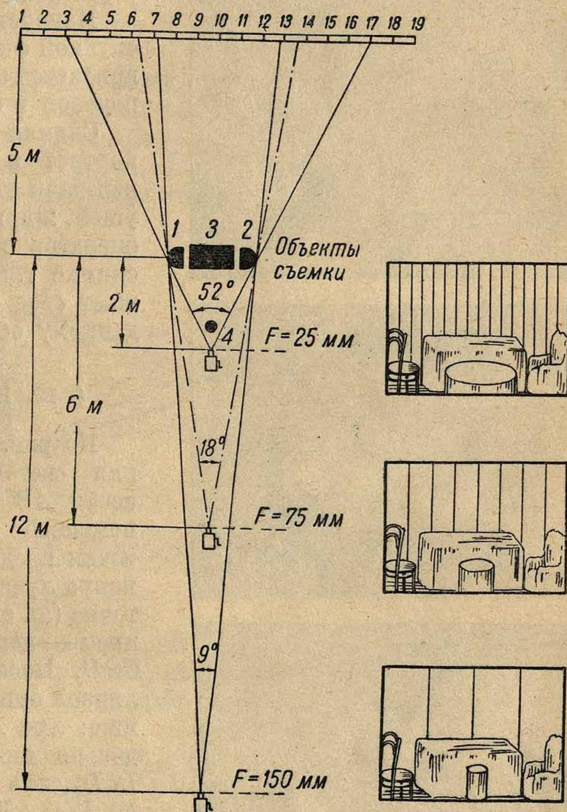


Рис. 20. Сущность кажущихся перспективных искажений при съемке короткофокусной и длиннофокусной оптикой

Широкое распространение короткофокусной оптики на заграничном кинопроизводстве отчасти объясняется той экономией в площади ателье, занимаемой для постройки декорации, которую дает применение короткофокусной оптики.

Умелое использование кажущихся перспективных искажений открывает перед творческими работниками кино широкие возможности. Приведем пример. Предположим, мы хотим показать робкого человека, входящего в кабинет «важного лица». Для того чтобы передать ощущения этого человека, мы будем снимать эту сцену короткофокусной оптикой, которая на снимке неестественно увеличит размеры этого кабинета. Мы умышленно расположим «важное лицо» и его стол ближе к объективу, что в свою очередь на снимке передаст их преувеличенно крупными. Наоборот, входящего робкого человека мы заставим двигаться из глубины сцены с максимального удаления, так как там его фигурка будет преувеличенно маленькой, что еще сильнее подчеркнет зрительный контраст между ним и «важным лицом».

При съемке короткофокусной оптикой более близкорасположенные предметы выходят преувеличенно большими, а более удаленные — преувеличенно маленькими. Поэтому, в тех случаях, когда, например, нужно добиться на экране эффекта очень быстрого приближения каких-нибудь предметов или людей прямо на зрителя, применяется съемка короткофокусной оптикой.

Располагая одних актеров ближе к объективу, а других дальше, можно смыслово оправдать те кажущиеся перспективные искажения, которые в данном случае получаются (сцена расстрела в картине «26 комиссаров», сцена работы политкаторжан в «Каторге» и другие фильмы).







Рис. 21. Одна и та же сцена, снятая объективами с $F=25$ *мм* (сверху), $F=50$ *мм* и $F=100$ *мм* (снизу). Расстояния между столом, трапецией и задней стеной на съемке не менялись и оставались во всех трех случаях одни и те же

Наконец, снимая короткофокусной оптикой фигуру человека снизу, ей придается эффект монументальности (городовой в фильме «Мать»).

Снимая короткофокусной оптикой портрет и добиваясь преувеличенной передачи отдельных деталей лица (носа, ушей, жирного подбородка, лба и т. п.), оператор как бы выявляет в данном снимке главное и таким образом отражает свое отношение как художника к данному объекту.

§ 12. НАВОДКА НА РЕЗКОСТЬ

На рис. 22 показана схема получения светового изображения горящей свечи AB на плоскости экрана *1* с помощью объектива CD. От каждой точки предмета AB на линзу CD падает конус лучей, вершиной которого будет точка (на схеме точки A и B), а основанием — передняя поверхность линзы COD. После преломления этих лучей линзой они пойдут по новому направлению: луч AC после преломления пойдет по направлению Caa_1; луч AD — по DaD_1, луч BC — по $CвC_1$ и луч BD — по $Dвв_1$. Лучи же AOO_1 и BOO_1, проходящие через оптический центр O линзы и являющиеся побочными оптическими осями, преломляться линзой не будут.

Сноп лучей ACD и BCD, падающих от точек предмета AB на линзу CD, после преломления ею будет снова собираться в одной точке a или $в$, после чего лучи снова будут расходиться в пределах телесных углов $в_1вC_1$ и D_1aa_1.

Та плоскость, в которой лежат все точки схода преломленных линзой или объективом лучей, носит название фокальной плоскости, а самые точки схода a и $в$ — сопряженным фокусом (не смешивать с главным фокусом!). На рис. 22 схематически изображена так

называемая наводка на резкость (или, как ее иногда называют, наводка на фокус) экрана для получения на нем резкого и четкого изображения свечи AB. Ясно, что такое изображение можно получить только в том случае, если экран будет расположен в фокальной плоскости *1*, имея соответствующую световую проекцию каждой точки предмета (точка *в* есть проекция точки B, точка *а* — проекция точки A и т. д.).

Если же экран отодвинуть дальше (в положение *2*) или поставить ближе к оптическому центру линзы CD, то вместо проекции *а* и *в* соответствующих точек A и B будем иметь так называемые диски рассеивания тех или иных размеров (световые пятна a_2 и $в_2$ на экране *2*); в результате этого качество изображения будет ухудшаться, оно станет нерезким и мутным. Поэтому перед каждой съемкой необходимо найти то расстояние, на которое надо отодвинуть от оптического центра линзы или объектива наш экран (пленку, пластинку, матовое стекло и т. п.), чтобы получить на нем резкое, четкое изображение снимаемых предметов. Это и называется наводкой объектива на резкость.

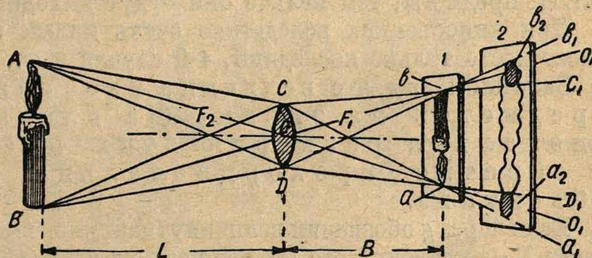


Рис. 22. Принципиальная схема наводки объектива на резкость

Величина удаления B оптического центра O линзы или объектива от экрана *1*, на котором получается резкое изображение снимаемых предметов, зависит от удаления L этих предметов от объектива и от размеров его главного фокусного расстояния F.

Следует твердо запомнить, что каждому удалению L снимаемых предметов соответствует лишь одна строго определенная наводка на резкость B, которая для данного объектива (т. е. его F) не меняется. Величина наводки на резкость определяется по формуле:

$$\frac{1}{B}+\frac{1}{L}=\frac{1}{F},$$

откуда

$$\frac{1}{B}=\frac{1}{F}-\frac{1}{L};$$

$$B=\frac{L\cdot F}{L-F},$$

где B — удаление экрана от оптического центра объектива; L — удаление снимаемых предметов от оптического центра объектива; F — главное фокусное расстояние данного объектива.

Основные случаи наводки на резкость могут быть сформулированы так:

1. Если предметы располагаются между оптическим центром линзы

и передним главным фокусом или в самом переднем фокусе, то на экране действительного изображения не получим.

2. Если снимаемые предметы поместить между передним главным фокусом линзы или объектива и ее двойным фокусным расстоянием ($F=L<2F$), то на экране будем иметь изображение увеличенных по сравнению с натурой размеров.

3. Если снимаемые предметы удалить точно на двойное фокусное расстояние от оптического центра линзы ($L=2F$), то на экране их изображение будет в натуральную величину.

4. Если снимаемые предметы будут удалены от объектива на расстояние большее, чем двойное фокусное расстояние этого объектива ($L>2F$), то их изображение на экране будет уменьшенных по сравнению с натурой размеров, и чем дальше будут находиться предметы, тем мельче они будут выходить на экране.

При киносъемках вследствие очень малых размеров кадрика обычно имеет место только последний, 4-й случай и очень редко — 3-й.

Запомним еще, что величина изображения снимаемых предметов на экране (на пленке) прямо пропорциональна размерам этих предметов в натуре и обратно пропорциональна их удалению от объектива.

Если через g обозначим величину (например высоту) снимаемого предмета, через L — удаление его от оптического центра объектива, через b — соответствующие размеры (высоту) этого предмета на экране при удалении последнего на B от оптического центра объектива с фокусным расстоянием F, то мы можем написать:

$$\frac{b}{g}=\frac{B}{L},$$

откуда

$$b=\frac{g\cdot B}{L}.$$

Значение B надо вычислить по приведенной раньше формуле:

$$B=\frac{L\cdot F}{L-F}.$$

Пользуясь этой формулой, можно заранее вычислить размеры изображения различных предметов на пленке, зная их размеры g в натуре, их удаление L и F нашего объектива. Она позволяет решать и другие задачи, например, определять фокусное расстояние того объектива, которым нужно будет вести съемку предметов, удаленных от камеры на L, чтобы получить на пленке их изображение с размерами равными b.

§ 13. ГЛУБИНА РЕЗКОСТИ

Если произвести наводку на резкость объектива киносъемочного аппарата на какой-нибудь предмет B, удаленный от оптического центра объектива, например, точно на 3 *м* (рис. 23), а в пределах полезного угла зрения объектива иметь еще предметы C, $Д$, E и $Ж$, расположенные ближе B, и предметы C_1, $Д_1$, E_1, $Ж_1$ и A, расположенные дальше предмета B, на который наведен наш объектив, то, рассматривая их изображение на ма-

товом стекле или снимок с них, мы заметим, что с максимальной резкостью выйдут лишь предметы *B*, удаленные от объектива точно на 3 *м* (так как $L=d=3м$). Все остальные предметы будут иметь ту или иную степень нерезкости, причем она увеличивается по мере удаления снимаемых предметов от плоскости наводки объектива, т. е. от предмета *B*, на который наведен объектив.

Причиной этому является, как мы знаем, то, что для получения резкого изображения какого-нибудь предмета наводка в точности должна соответствовать его удалению от объектива по формуле $\frac{1}{B}+\frac{1}{L}=\frac{1}{F}$.

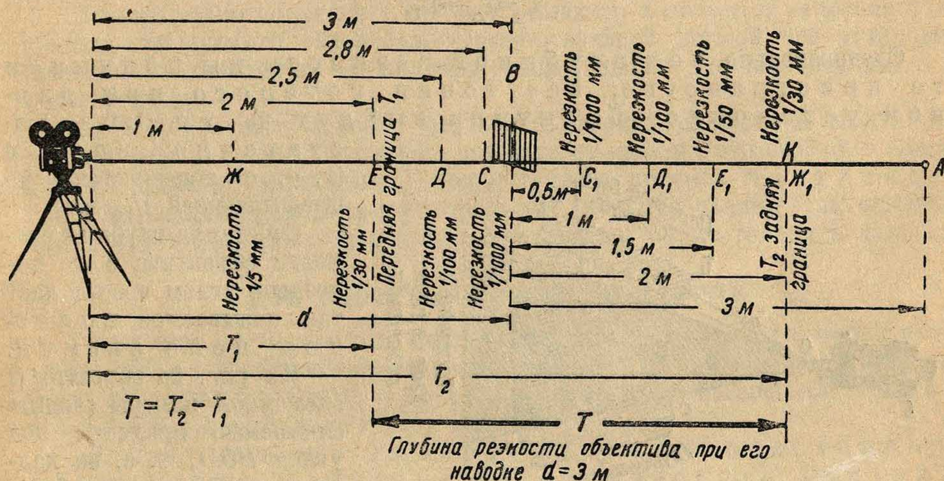


Рис. 23. Глубина резкости объектива при наводке $d=3$ *м*

Следовательно, для получения резкого изображения предметов *C* или *Д* нужно объектив навести не на 3 *м*, а на 2,8 или на 2, 5*м*; для предметов *Ж* — на 1 *м*; для предметов E_1 — на 4,5 *м* и т. д. А так как наводка проведена на предмет *B*, то все остальные предметы будут выходить нерезко.

Предметы, находящиеся на участке $C—C_1$, расположенном ближе всего к плоскости наводки *B*, будут выходить с ничтожной нерезкостью (например, всего в $^1/_{1000}$ *мм*) и ею можно пренебречь, считая, что на снимке они тоже выйдут резко. Несколько больше будет нерезкость у предметов, расположенных на участке *ДЕ* и $Д_1E_1$ (от $^1/_{100}$ до $^1/_{50}$ *мм*). Здесь за величину нерезкости снимка принимается диаметр тех кружочков (вроде кружочков a_2 и $в_2$ на рис. 22), получаемых вместо проекции точек, из которых состоит изображение.

Пределом допустимой нерезкости на кинокадрике считается нерезкость в $^1/_{30}$ *мм*, под которой подразумевается диаметр диска рассеивания на снимке. Меньшую нерезкость глаз не замечает и снимок кажется совершенно резким.

На схеме (рис. 23) видно, что эта максимальная допустимая нерезкость в $^1/_{30}$ *мм* будет получаться при наводке объектива на 3 *м* при изображении предметов, находящихся в точке *E*, и поэтому ее считают передней границей резкости (обозначается T_1).

Сзади плоскости наводки *B* предельную допустимую нерезкость в $^1/_{30}$ *мм* на снимке будут иметь предметы, расположенные, например, в точке *K*; ее и считают задней границей резкости (обозначается T_2).

Расстояние между передней и задней границами резкости называется глубиной резкости *T* данного объектива при данной его установке (наводке), т. е.

$$T = T_2 - T_1.$$

Следовательно, под глубиной резкости мы понимаем то пространство, все точки которого при данной установке объектива выйдут на снимке достаточно резко (т. е. с нерезкостью, не превышающей $^1/_{30}$ *мм*).

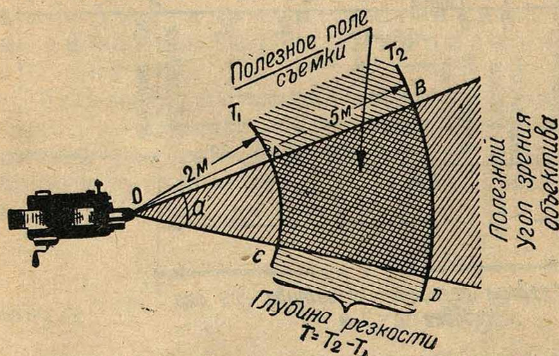


Рис. 24. Полезное поле съемки

Сочетание глубины резкости объектива с его полезным углом зрения дает так называемое полезное поле съемки.

На рис. 24 объектив *O* съемочной камеры «видит» снимаемые предметы под углом *BOD*, т. е. на кадрике выйдут изображения лишь тех объектов, которые находятся внутри полезного угла зрения *BOD* данного объектива. Но резко на снимке получатся изображения только тех из них, которые будут размещаться в глубине резкости, т. е. между передней границей резкости *AC* и задней границей резкости *BD*. Следовательно, полезным полем съемки называется пространство, ограниченное сторонами телесного полезного угла зрения данного объектива и границами глубины резкости при данной его установке; в нем можно располагать все те предметы, которые на снимке должны выйти полностью и резко.

Если во время игры актер уйдет за границы полезного угла зрения *OB* и *OD* объектива, он может «выйти из кадра»; перешагнув невидимые границы резкости *AC* или *BD*, его изображение будет нерезким.

Полезное поле съемки так же, как и глубина резкости, есть величина постоянная только при данной установке (наводке *d*) объектива на рез-

кость и при данном его фокусном расстоянии F и светосиле (диафрагме n).

С изменением фокусного расстояния объектива F, его светосилы n или установки d по отношению к пленке изменяется и глубина резкости и зависимое от этого полезное поле съемки.

Чем короче фокусное расстояние F объектива при одинаковых диаметрах действующего отверстия, тем будет больше глубина резкости его при данной установке d на фокус.

Чем меньше светосила n объектива при одинаковых фокусных расстояниях, тем больше будет глубина резкости, причем диафрагмированием объектива глубина резкости заднего плана увеличивается больше, чем переднего (т. е. T_2 быстрее уходит назад, чем T_1 вперед).

Уменье точно определять глубину резкости, а отсюда и полезное поле съемки для данного объектива, соответствующей данной его установке (наводке d и диафрагме n), является обязательным для каждого кино- и фотоработника.

Необходимо уметь заранее вычислить глубину резкости и найти удаление передней и задней границы резкости от камеры, что особенно важно для достижения различных художественных приемов частичного выведения из резкости фона или отдельных объектов съемки (так называемая диференцированная наводка, о которой мы будем говорить дальше).

§ 14. ГИПЕРФОКАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ

Расстояние от оптического центра объектива до точки, от которой получается резкое изображение снимаемых предметов при наводке объектива (при его установке) на бесконечность, называется гиперфокальным расстоянием D.

Другими словами: гиперфокальным расстоянием называется удаление от оптического центра O объектива передней границы резкости T_1 при наводке объектива на бесконечность, т. е. $D=T_1$ при $d=\infty$.

Но если сделать установку объектива (навести его на фокус) не на бесконечность, а как раз на точку D, от которой начинается гиперфокальное расстояние (наводка объектива равна гиперфокальному расстоянию, т. е. $d=D$), то получим максимальную глубину резкости, так как в этом случае задняя граница глубины резкости всегда будет находиться в бесконечности ($T_2=\infty$), а передняя — на расстоянии, равном половине гиперфокального ($T_1=\frac{D}{2}$), т. е. на удалении, равном $^1/_2$ расстояния от объектива до той точки, на которую произвели наводку на фокус.

Гиперфокальное расстояние вычисляется по формуле:

$$D=\frac{K\ (100\,F)^2}{10\ n},$$

где F — главное фокусное расстояние объектива, выраженное в метрах; n — число относительного отверстия (диафрагмы) объектива и K — допустимая величина нерезкости, выраженная в долях миллиметра (при киносъемках $K={}^1/_{30}$ *мм*).

Для примера приводим расчет гиперфокального расстояния D для

объектива с фокусным расстоянием 50 *мм* (F=0,05 *м*) при диафрагме 1:3,5 (n=3,5) и величине допустимой нерезкости снимка, равной $^1/_{30}$ *мм* ($K={}^1/_{30}$).

По формуле имеем:

$$D = \frac{30\,(100 \cdot 0{,}05)^2}{10 \cdot 3{,}5} = \frac{3 \cdot 25}{3{,}5} = 21{,}4 \text{ м}.$$

Это значит, что если мы наведем объектив с F=50*мм* и n=3,5 на предметы, удаленные от него точно на гиперфокальное расстояние, т. е. на 21,4 *м* ($d=D$=21,4 *м*), то получим максимальную глубину резкости, так как задняя граница резкости будет находиться в бесконечности, а передняя—в удалении от объектива на $\frac{D}{2} = \frac{21{,}4}{2}$ =10,7 *м*.

Другими словами, при наводке объектива на предметы, удаленные на гиперфокальное расстояние (у нас D=21,4*м*), полезное поле съемки (или глубина резкости) будет начинаться с половины этого гиперфокального расстояния $\frac{D}{2}$ (в нашем примеры — с 10,7 *м*) и простираться до бесконечности.

Следовательно, если $d=D$, то $T_1 = \frac{D}{2}$, $T_2 = \infty$ и $T = T_2 - T_1 =$

$$= \infty - \frac{D}{2} = T_{\max}.$$

Ниже в табл. 4 даем вычисленные с точностью до 0,05 *м* величины гиперфокальных расстояний для объективов наиболее распространенных на кинопроизводстве фокусных расстояний и рабочих диафрагм при $K={}^1/_{30}$ *мм*.

Таблица 4

Гиперфокальное расстояние кинообъективов (в метрах)

F объектива (в *мм*)	Рабочая диафрагма (1 : n)								
	1 : 1,5	1 : 2	1 : 2,8	1 : 3,5	1 : 4	1 : 4,5	1 : 5,6	1 : 8	1 : 11,3
25	12,5	9,4	6,7	5,36	4,7	4,2	3,35	2,2	1,7
28	15,7	11,8	8,4	6,7	5,9	5,23	4,2	2,9	2,1
35	24,5	18,4	13,1	10,5	9,2	8,2	6,6	4,6	3,3
40	32	24	17,1	13,7	12	10,7	8,6	6,4	4,3
42	35,3	26,5	18,9	15,1	13,2	11,8	9,5	6,6	4,7
50	50	37,5	26,8	21,4	18,7	16,7	13,4	9,5	6,6
60	72	54	38,6	30,9	27	24	19,3	13,5	9,6
75	112,5	84,4	60,3	48,2	42,2	37,5	30,1	21,1	14,9
80	128	96	68,6	54,9	48	42,7	34,3	24	17
90	162	122	86,8	69,4	60,8	54	43,4	30,4	21,5
100	200	150	107	85,7	75	66,7	53,6	37,5	26,5
120	288	216	154	123	108	96	77,1	54	32,2
150	450	338	241	192	169	150	121	84,4	59,7
180	648	486	347	278	243	216	174	122	86
210	882	662	473	378	331	294	236	165	117
250	1250	938	670	536	469	417	335	234	166

Из внимательного рассмотрения табл. 4 наглядно видно, в каких больших пределах изменяется значение гиперфокального расстояния D для одного и того же объектива (F — постоянное) с изменением его рабочей диафрагмы n (горизонтальные ряды цифр) и для одного и того же значения величины диафрагмы n для разных объективов с различными F (вертикальные ряды цифр).

§ 15. УДАЛЕНИЕ T_1 И T_2 ОТ ОБЪЕКТИВА

При наводке объектива не на гиперфокальное расстояние, а на предметы, удаленные от камеры на какое-то другое расстояние d, удаление передней границы резкости T_1 от объектива определяется по формуле:

$$T_1 = \frac{d\,(D+F)}{D+d},$$

где D — гиперфокальное расстояние в метрах, вычисленное для данного объектива (т. е. для соответствующих значений F и n); d — удаление плоскости наводки от объектива, выраженное в метрах, и F — главное фокусное расстояние объектива, выраженное в метрах.

Для определения удаления от объектива задней границы резкости служит формула:

$$T_2 = \frac{d\,(D-F)}{D-d}.$$

Ясно, что глубина резкости T полезного поля съемки при данной установке (т. е. при определенной его наводке d) и при диафрагме n объектива с фокусным расстоянием F выразится так:

$$T = T_2 - T_1 = \frac{d\,(D-F)}{D-d} - \frac{d\,(D+F)}{D+d}.$$

Приводим примеры пользования этими формулами.

Вычислим глубину резкости для объектива с фокусным расстоянием F=50 *мм* (0,05 *м*) при наводке его по шкале на предметы, удаленные на d=6 *м* и при диафрагме 1 : 8 (n=8).

Прежде всего определяем величину гиперфокального расстояния D при F=0,05 *м* и при n=8. В результате получим D=9,45 *м* (ту же величину легко найти и по приведенной выше табл. 4).

Подставляя эти значения D в соответствующие формулы, находим T_2.

Удаление задней границы резкости:

$$T_2 = \frac{d\,(D-F)}{D-d} = \frac{6\ (9{,}45-0{,}05)}{9{,}45-6} = 16{,}34\ м.$$

Удаление передней границы резкости:

$$T_1 = \frac{d\,(D+F)}{D+d} = \frac{6\ (9{,}45+0{,}05)}{9{,}45+6} = 3{,}7\ м,$$

а вся глубина резкости при данной установке объектива будет:

$$T = T_2 - T_1 = 16{,}34 - 3{,}7 = 12{,}64\ м.$$



Если теперь для того же самого объектива (с $F=0{,}05$) и для той же его наводки на предметы, удаленные на $d=6$ *м*, вычислим границы резкости для различных значений светосилы (диафрагм n), то увидим, что, например, при $n=2$; $T_2=7{,}1$ *м* и $T_1=5{,}2$ *м*, а вся глубина резкости T будет всего $7{,}1-5{,}2=1{,}9$ *м* против прежних 12,64 *м*.

Читателю предлагается теперь самому вычислить различные случаи съемки одних и тех же предметов (т. е. оставляя наводку d постоянной) различными объективами (например с $F=25$ *мм* и $F=75$ *мм*) и с различными диафрагмами n для каждого из этих объективов. После этого мы рекомендуем вычислить удаление T_1 и T_2 различных случаев наводки. Тогда станет совершенно ясной вся картина изменения размеров полезного поля съемки в зависимости от изменения d, F и n.

В заключение еще раз отмечаем, что умелое использование глубины резкости или, вернее, получение того или иного полезного поля съемки является основной задачей кино- или фоторработника перед съемкой каждой сцены. Поэтому правильный выбор объектива по его фокусному расстоянию F, выбор диафрагмы n и наводки его на фокус d являются необходимыми для получения требуемых результатов.

Для определения удаления передней и задней границ резкости от объектива служат специальные линейки, круги, таблицы и т. п. (табл. 5 и 6).

Таблица 5

Удаление (в метрах) передней T_1 и задней T_2 границ резкости для объектива с $F=25$ *мм*

Наводка d (в *м*)	При рабочей диафрагме											
	$n=1{,}5$		$n=2$		$n=3{,}5$		$n=4{,}5$		$n=6{,}3$		$n=12{,}5$	
	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2
0,75	0,71	0,8	0,69	0,81	0,65	0,87	0,64	0,91	0,6	1,01	0,51	1,48
1,0	0,92	1,08	0,91	1,12	0,85	1,22	0,81	1,31	0,75	1,5	0,61	2,95
1,25	1,14	1,39	1,11	1,44	1,02	1,62	0,97	1,78	0,89	2,14	0,69	7,54
1,5	1,34	1,7	1,3	1,78	1,18	2,07	1,11	2,33	1	3	0,76	∞
2,0	1,73	2,38	1,65	2,54	1,46	3,18	1,36	3,82	1,21	6,05	0,87	∞
3,0	2,42	3,94	2,28	4,4	1,93	6,79	1,76	10,66	1,51	∞	1,02	∞
4,0	3,04	5,25	2,81	6,96	2,3	16,1	2,05	99,8	1,72	∞	1,11	∞
5,0	3,58	8,32	3,27	10,69	2,6	74,8	2,29	∞	1,88	∞	1,17	∞
7,5	4,7	18,71	4,18	37,4	3,17	∞	2,69	∞	2,15	∞	1,27	∞
10,0	5,57	49,9	4,85	∞	3,5	∞	2,96	∞	2,31	∞	1,33	∞

Сравнивая соответствующие значения T_1 и T_2 при одной и той же наводке d и одной и той же рабочей диафрагме n, можно наглядно изучить изменения размеров глубины разкости в зависимости от F объектива.

Например, при съемке объективом с $F=75$ *мм* при $d=1$ *м* и при $n=1{,}5$ *м* глубина резкости $T=T_2-T_1=1{,}01-0{,}99=0{,}02$ *м*, т. е. всего 2 *см*. При тех же $d=1$ *м* и $n=1{,}5$ *м*, но при $F=2$ *мм* глубина резкости будет 0,16 *м*

Таблица 6

Удаление (в метрах) передней T_1 и задней T_2 границ резкости для объектива с $F=75$ *мм*

Наводка d (в *м*)	При рабочей диафрагме											
	$n=1,5$		$n=2$		$n=3,5$		$n=4,5$		$n=6,3$		$n=12,5$	
	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2
0,75	0,74	0,76	0,74	0,76	0,74	0,76	0,74	0,76	0,73	0,77	0,71	0,79
1,0	0,99	1,01	0,99	1,01	0,98	1,02	0,97	1,03	0,97	1,04	0,94	1,07
1,25	1,24	1,26	1,23	1,27	1,22	1,28	1,21	1,29	1,2	1,31	1,15	1,37
1,5	1,48	1,52	1,47	1,53	1,46	1,55	1,45	1,56	1,42	1,58	1,36	1,68
2,0	1,97	2,03	1,95	2,05	1,92	2,08	1,9	2,11	1,87	2,16	1,77	2,33
3,0	2,92	3,08	2,9	3,11	2,83	3,19	2,78	3,25	2,71	3,37	2,47	3,84
4,0	3,87	4,14	3,82	4,2	3,7	4,36	3,62	4,47	3,49	4,69	3,1	5,65
5,0	4,79	5,23	4,72	5,31	4,54	5,57	4,42	5,76	4,23	6,13	3,67	7,9
7,5	7,04	8,03	6,89	8,22	6,5	8,87	6,26	9,36	5,88	10,39	4,85	16,78
10,0	9,19	10,97	8,95	11,33	8,3	12,6	7,91	13,61	7,3	15,91	5,76	38,36

(16 *см*). Если же у этого объектива с $F=25$ *мм* уменьшить диафрагму до $n=18$, то, оставляя $d=1$*м*, будем иметь глубину резкости:

$$T=T_1-T_2=24,2-0,52=23,63\ м,$$

т. е. примерно в сто пятьдесят раз большую, чем при $n=1,5$.

§ 16. ДИФЕРЕНЦИРОВАННАЯ НАВОДКА И ПЕРЕВОД ФОКУСА

Во время киносъемок не всегда требуется размещение всех снимаемых объектов в пределах глубины резкости. Безусловно в ее границах всегда нужно держать те объекты съемки, на которых мы хотим фиксировать внимание зрителя. Но иногда часть снимаемых объектов умышленно располагают за границами глубины резкости, чтобы получить их на снимке нерезкими, расплывчатыми. Если нужно показать, что человек уходит в неведомую даль, то эту «даль» можно снимать нерезко и так, что уходящий человек сначала будет резким, а затем по мере своего удаления станет все более и более неясным, расплывчатым; таким образом будет наиболее правильно зрительно передано смысловое содержание снимаемого кадра.

Очень часто в целях концентрации внимания на одном лице его снимают резко (т. е. располагают в пределах вычисленной глубины резкости), а остальных участников сцены или фон — нерезко, располагая их за задней или перед передней границей резкости. Подобная съемка называется съемкой с диференцированной наводкой.

Наконец, иногда по ходу съемки одного куска нужно привлечь внимание зрителя с одних объектов съемки на другие. В этих случаях применяется так называемый перевод фокуса.

Так как во время съемки одного монтажного куска F объектива и его диафрагма n остаются постоянными, можно переместить и изменить глубину резкости, только меняя наводку d. Исходя из заданных новых удалений $T^1{}_1$ и $T^1{}_2$, заранее вычислив по приведенным выше фор-

мулам T_1 и T_2 нужную величину нового d^1, во время съемки переставляем рычаг наводки на резкость на новую цифру шкалы, соответствующую новому значению d^1. В этом и заключается перевод фокуса.

§ 17. РЕШЕНИЕ СЪЕМОЧНЫХ ЗАДАЧ

Перед началом каждой съемки оператору приходится, исходя из творческого задания, находить наилучшее техническое решение, которое конкретизируется в выборе объектива той или иной марки и F, в установке рабочей диафрагмы n, в удалении L камеры от снимаемых объектов, в той или иной наводке d объектива и т. п.

Для того чтобы проиллюстрировать эту работу, приводим ниже несколько съемочных задач на влияние замены объектива одного фокусного расстояния объективом с другим F.

Известно, что величина главного фокусного расстояния F объектива входит в формулы, определяющие:

1. Полезные углы зрения данного объектива в той или иной плоскости;

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\frac{a}{F}.$$

2. Линейные размеры l снимаемых предметов на изображении и протяженность снимаемого фронта при постоянстве $d_1=d_2$ и $L_1=L_2$

$$\frac{l_1}{l_2}=\frac{F_1}{F_2}.$$

3. Гиперфокальное расстояние:

$$D=\frac{3\ (100\ .\ F)^2}{n}.$$

4. Величину глубины резкости T при данной наводке объектива d и при его рабочей диафрагме n:

$$T=T_2-T_1=\frac{d\ (D-F)}{D-d}-\frac{d\ (D+F)}{D+d}.$$

5. Полезное поле съемки, как функцию T и d.

Из рассмотрения всех этих зависимостей видно, что в одни из них (1 и 2) кроме F и определяемых величин не входят никакие другие элементы; в остальные же вводится зависимость и от рабочей диафрагмы n объектива и от наводки на резкость d. Поэтому для упрощения изучения всех возможных съемочных задач разбиваем их на три группы. В первой будем рассматривать случаи съемки с одного и того же места объективами с различными F, но при условии, что их светосила n и наводка d — постоянны. Во второй — одновременно с изменением F объективов камеры, остающейся на одном и том же месте, будем иметь возможность изменять n и d. И, наконец, в третьей группе будут рассмотрены те съемочные случаи,

когда оператор имеет возможность изменять F объектива, его n и d и передвигаться с камерой ближе или дальше от объектов съемки, т. е. изменять и L.

1-я группа съемочных задач

Задача. Что и как изменится, если во время съемки звукового фильма с одного и того же места (L — const) снимать одни и те же объекты сначала объективом $F_1=25$ *мм*, а затем с $F_2=100$ *мм*. Наводка обоих объективов по шкале остается одинаковой и равной 5 *м* ($d_1=d_2=5$ *м*). Рабочая диафрагма в обоих случаях одна и та же — 1:3,5 ($n_1=n_2=3{,}5$).

Примерное решение задачи.

Прежде всего нужно учесть изменение полезного угла зрения, для чего определяем его размеры в горизонтальной (α) и вертикальной (β) плоскости для $F_1=25$ *мм* и для $F_2=100$ *мм*. Находим:

для $F_1=25$ *мм* $\alpha_1=47{,}5°$ и $\beta_1=36{,}5°$,
для $F_2=100$*мм* $\alpha_2=12{,}5°$ и $\beta_2=9{,}5°$.

В результате, при съемке объективом с $F_2=100$ *мм* будем захватывать меньшую протяженность фронта снимаемых объектов на любом их удалении, чем при съемке их объективом с $F_1=25$ *мм* (при $L=5$ *м* протяженность снимаемого фронта для $F_2=100$ *мм* $=1{,}23$ *м*, а для $F_1=25$ *мм* она будет равна 4,87 *м*), в результате чего изменится масштаб изображения на снимке. Известно, что линейные размеры изображения снимаемых предметов прямо пропорциональны F и обратно пропорциональны L. У нас L — постоянно. Следовательно, обозначив через l_1 размер в миллиметрах (по горизонтали или по вертикали) изображения на матовом стекле или на пленке какого-нибудь из объектов съемки при работе с объективом $F_1=25$ *мм* и через l_2 — соответствующий размер того же предмета на изображении, полученном с того же удаления другим объективом с $F_2=100$ *мм*, будем иметь:

$$\frac{l_1}{l_2}=\frac{F_1}{F_2}=\frac{25}{100}=\frac{1}{4},$$

откуда

$$4l_1=l_2.$$

Другими словами: линейные размеры изображения снимаемых предметов (масштаб снимка) на пленке при работе объективом с $F_2=100$ *мм* будут в четыре раза крупнее, чем при съемке с той же точки объективом с $F_1=25$ *мм*.

В связи с изменением F объектива изменится и глубина резкости и полезное поле съемки. Рассчитываем по известным нам формулам для T_1 и T_2 величину глубины резкости для обоих случаев съемки.

При работе объективом с $F_1=25$ *мм* по заданию имеем $d_1=5$ *м*; $n_1=3{,}5$. Вычисляем для этих данных гиперфокальное расстояние D_1.

$$D_1=\frac{3(100F_1)^2}{n_1}=\frac{3\cdot(100\cdot 0{,}025)^2}{3{,}5}=\frac{3{,}6\cdot 25}{3{,}5}=5{,}4\ \text{м}.$$

Подставляя найденное значение D_1 в формулы T_1 и T_2, вычисляем удаление передней и задней границы резкости при работе с объективом $F_1=25$ *мм*.

Удаление передней границы резкости в данном случае будет:

$$T^1_1=\frac{d_1(D_1+F_1)}{D_1+d_1}=\frac{5\,(5{,}4+0{,}025)}{5{,}4+5}=\frac{5.5{,}425}{10{,}4}=\frac{27{,}125}{10{,}4}=2{,}6 \text{ м}.$$

Удаление задней границы резкости будет:

$$T^1_2=\frac{d_1(D_1-F_1)}{D_1-d_1}=\frac{5\,(5{,}4-0{,}025)}{5{,}4-5}=\frac{5\,.\,5{,}375}{0{,}4}=\frac{26{,}875}{0{,}4}=67{,}2 \text{ м}.$$

Таким образом при съемке объективом с $F_1=25$ *мм* будем иметь удаление передней границы резкости от оптического центра объектива $T^1{}_1=2{,}6$ *м*, а удаление задней границы разкости $T^1{}_2=67{,}2$ *м*, т. е. глубина резкости T^1 в этом случае будет:

$$T^1=T_2{}^1-T_1{}^1=67{,}2-2{,}6=64{,}6 \text{ м}.$$

В данном случае можно было бы обойтись и без вычислений, так как ранее найденная величина гиперфокального расстояния ($D_1=5{,}4$ *м*) очень близка по своему значению к наводке ($d_1=5$ *м*), а мы знаем, что при $d=D$ $T_1=\frac{D}{2}$ и $T_2=\infty$.

Теперь по тем же формулам определяем глубину резкости для второго случая съемки объективом с $F_2=100$ *мм* при $d_2=5$ *м* и $n_2=3{,}5$.

Его гиперфокальное расстояние

$$D_2=\frac{3\,(100F_2)^2}{n_2}=\frac{3\,(100\cdot 0{,}1)^2}{3{,}5}=\frac{3\,(10)^2}{3{,}5}=\frac{300}{3{,}5}=85{,}6 \text{ м}.$$

Удаление передней границы резкости T''_1 в данном случае будет:

$$T''_1=\frac{d_2\,(D_2+F_2)}{D_2+d_2}=\frac{5\,(85{,}6+0{,}1)}{85{,}6+5}=\frac{5\cdot 85{,}7}{90{,}6}=\frac{428{,}5}{90{,}6}=4{,}73 \text{ м}.$$

Удаление задней границы резкости T''_2 будет:

$$T''_2=\frac{d_2\,(D_2-F_2)}{D_2-d_2}=\frac{5\,(85{,}6-0{,}1)}{85{,}6+5}=\frac{5\cdot 85{,}7}{90{,}6}=\frac{427{,}5}{90{,}6}=5{,}29 \text{ м},$$

что дает при съемке объективом с $F_2=100$ *мм* (0,1 *м*) при $d_2=5$ *м* и $n=3{,}5$ глубину резкости полезного поля съемки:

$$T''=T''_2-T''_1=5{,}29-4{,}73=0{,}56 \text{ м},$$

т. е. всего 56 *см* против тех 64,6 *м*, которые имели при одинаковых съемочных условиях ($d_1=d_2=5$ *м* и диафрагма $n_1=n_2=3{,}5$) для объектива с $F=25$ *мм*.

2-я группа съемочных задач

В задачах этой группы съемочная камера должна оставаться по условиям съемки на одном и том же месте. У оператора имеется набор объек-

тивов различных F. Он имеет право применять объектив любого F и изменять его наводку d и диафрагму n.

Задача 1. Киносъемочная камера находится на маленьком балкончике, исключающем возможность перемещения. Требуется полностью снять на немой кадрик фасад дома, расположенного на противоположной стороне улицы. Ширина фасада $H_г = 12$ *м*. Высота дома $H_в = 8$ *м*. Удаление камеры от фасада $L = 12{,}5$ *м*.

Примерное решение задачи.

Прежде всего нужно решить, какие размеры снимаемого объекта (ширина фасада или его высота) являются критическими для их размещения в плоскости кадрика, имеющего соотношение сторон 3 : 4.

Снимаемые объекты будут полностью занимать всю площадь кадрика только тогда, когда у них отношение ширины к высоте тоже будет 3 : 4.

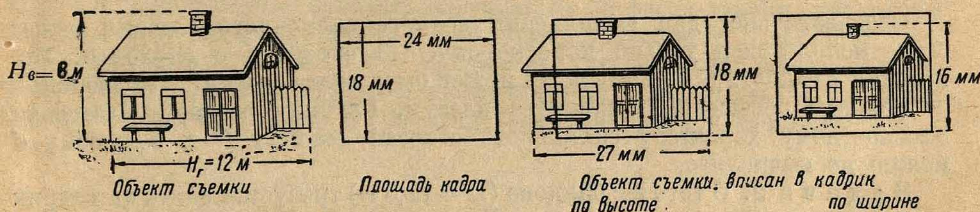


Рис. 25. Вписывание изображения снимаемого объекта в рамку кадрика немого фильма

Наш заданный объект имеет соотношение:

$$H_в : H_г = 8 : 12 = 2 : 3.$$

Из этого видно, что если изображение нашего дома полностью вписать в прямоугольник кадрика по его высоте, то его ширина не уместится полностью на кадрике (рис. 25). У изображения дома $\frac{H_в}{H_г} = \frac{8}{12}$. Полагая $H^1_в = 18$ *мм* (т. е., что изображение дома на кадре по высоте заполняет весь кадрик), имеем: $8\,H_г^1 = 12 \cdot 18$. Откуда: $H^1_г = \frac{12 \cdot 18}{8} = 27$ *мм*, т. е. оно на 3 *мм* не уместится в кадре, имеющем ширину, равную 24 *мм*.

Поэтому критическим размером у данного объекта съемки будет его ширина фасада $H_г$. Полагая, что фасад дома должен быть снят полностью и чтобы на снимке с боков от него не было других объектов, желаемый его размер на кадрике будет $H^1_г = 24$ *мм*. Подставляя это значение в нашу пропорцию

$$\frac{H^1_в}{H^1_г} = \frac{8}{12}$$

имеем: $H^1_в = \frac{8 \cdot 24}{12} = 16$ *мм*, т. е. высота изображения дома на кадрике будет меньше 18 *мм*, что нас вполне устраивает.

Теперь приступают к определению F объектива, необходимого для съемки с удаления L объекта шириной AB так, чтобы его ширина $H^1_г$ на снимке равнялась бы ab. Мы знаем что:

$$\frac{AB}{ab}=\frac{L}{F}.$$

Подставляя сюда значение AB=12 *м*, ab=24 *мм*=0,024 *м*, L=12,5 *м*, находим значение F (в метрах):

$$\frac{12}{0{,}024}=\frac{12{,}5}{F},$$

откуда

$$F=\frac{0{,}024\cdot 12{,}5}{12}=0{,}025.$$

Следовательно, для выполнения данного съемочного задания может быть использован только короткофокусный объектив с F=25 *мм*. Его наводка d=L=12,5 *м*. Диафрагма может быть взята любая в зависимости от условий освещения и качества пленки. Глубину резкости благодаря плоскостному характеру снимаемого объекта, малому F и большому d можно не вычислять.

Задача 2. С того же балкона (L = 12,5 *м*) требуется снять на кадрик только подъезд со входной дверью общей высотой в 3,1 *м*. Во время съемки из двери выходит актер и останавливается в удалении от камеры L_2 = 10 *м*. Каким объективом и с какой наводкой и диафрагмой снимать эту сцену?

Примерный ход решения подобной задачи должен быть таков. Прежде всего определяют протяженность снимаемого фронта $H_г$ по фасаду дома.

$$\frac{H_в}{H_2}=\frac{18}{24}=\frac{3}{4}.$$

У нас $H_в$ = 3,1, следовательно:

$$\frac{3{,}1}{H_2}=\frac{3}{4} \text{ и } H_г=\frac{3{,}1\cdot 4}{3}=4{,}1\ м.$$

Из формулы масштаба изображения находим F требуемого для съемки объектива:

$$\frac{AB}{ab}=\frac{L}{F}.$$

У нас AB=4,1 *м*; ab=24 *мм* = 0,024 *м*; L=12,5; F=X; поэтому:

$$\frac{4{,}1}{0{,}024}=\frac{12{,}5}{F},$$

откуда

$$F=\frac{12{,}5\cdot 0{,}024}{4{,}1}=\frac{0{,}3}{4{,}1}=0{,}073\ м=73\ мм.$$

Так как в стандартном наборе объективов у оператора объектива с F = 73 *мм* нет, то он возьмет объектив с F = 75 *мм*. Съемочное задание требует от оператора подобрать такое значение наводки объектива d и диафрагмы n, при которых $T_2 > 12{,}5$ *м* и $T_1 < 10$ *м*. Начинают расчет с худшего случая, когда будет минимальная глубина резкости, т. е. когда объек-

тив будет работать полным отверстием диафрагмы $n=3{,}5$. Предположим: $d=L=12{,}5$; $F=75$ *мм* и $n=3{,}5$.

Вычисляем удаление передней границы резкости при этих условиях, так как задняя нас не беспокоит, ибо $T_2 > d$, а у нас $d=L$. Значение D берем по табл. 4.

$$T_1=\frac{d\ (D+F)}{D+d}=\frac{12{,}5(48{,}2+0{,}075)}{48{,}2+12{,}5}=\frac{12{,}5\cdot 48{,}275}{60{,}7}=\frac{601{,}5}{60{,}7}=9{,}9\ м.$$

Это вполне отвечает нашим съемочным заданиям (ибо $T_1 < 10$ *м*). Однако, для того чтобы иметь впереди некоторый запас глубины резкости, предохраняющий актера от «смазки» на снимке, если бы он во время съемки остановился не точно в 10 *м* от объектива, а несколько ближе к нему (что всегда приходится учитывать на съемке движущихся объектов), рекомендуется в данном случае наводить объектив не на фасад здания, удаленный на 12,5 *м* (т. е. не делать $d=L$), а на меньшее удаление (т. е. $d < L$).

Если требуется снять группу предметов, имеющих различное удаление от объектива (например, самые близкие предметы удалены на L_1, а самые далекие на L_2), то наводку d рекомендуется определять по формуле:

$$d=\frac{2L_1\cdot L_2}{L_1+L_2}.$$

В нашем примере $L_1=10$ *м*; $L_2=12{,}5$ *м*.

Подставляем эти значения в формулу и определяем наводку:

$$d=\frac{2\cdot 10\cdot 12{,}5}{10+12{,}5}=\frac{250}{22{,}5}\cong 11{,}1\ м \text{ или, округляя, } d \text{ равно } 11\ м.$$

При наводке нашего объектива с $F=75$ *мм* при $n=3{,}5$ *м* на $d=11$ *м* имеем:

$$T^1_1=\frac{11(48{,}2+0{,}075)}{48{,}2+11}=\frac{531{,}025}{59{,}2}\cong 8{,}9\ м;$$

$$T^1_2=\frac{11(48{,}2-0{,}075)}{48{,}2-11}=\frac{529{,}375}{37{,}2}\cong 12{,}2\ м,$$

что нас вполне устраивает.

Задача 3. Камера находится на том же балкончике. Требуется оттуда снять актера, остановившегося перед домом на удалении от объектива $L=10$ *м* крупно (до пояса) и так, чтобы на снимке и он и задний фон (дверь и часть входа) вышли вполне резко. Определить F, n и d объектива.

Прежде всего выясняем размеры той части актера и окружающего его пространства, которые нужно снять. Критическим размером здесь, понятно, будет высота объекта. Предположим, что мы хотим снять актера до пояса и оставить над его головой немного свободного пространства так, что общая высота его $H_в=1$ *м*. Помня, что $H^1_в=18$ *мм* и $L=10$ *м*, определяем F нужного для съемки объектива:

$$\frac{H_в}{L}=\frac{H^1_в}{F},$$

откуда

$$F=\frac{LH^1_в}{H_в} \text{ и у нас } \frac{10\cdot 18}{1}=180\ мм.$$

Обычно в наборе объективов у оператора имеется объектив с $F=180$ *мм* и $n=3{,}5$ или $n=4{,}5$. Предположим, оператор собирается работать с $n=4{,}5$.

Беря наводку $d=11$ *м* (мы ее нашли в предыдущей задаче) и, найдя по таблице $D=216$ *м*, проверяем T_1.

$$T_1=\frac{d(D+F)}{D+d}=\frac{11(216+0{,}18)}{216+11}=\frac{2377{,}98}{227}\cong 10{,}5\ м,$$

что нас не устраивает, так как по заданиям съемки $T_1 \leqq 10$ *м*.

Поэтому, для достижения нужных размеров глубины резкости нужно, сохраняя $d=11$ *м*, задиафрагмировать объектив, т. е. увеличить значение n. Берем $n=8$. Для него $D=121$ *м*. Вычислив, находим, что при $n=8$ и $d=11$

$$T_1 \cong 10\ м \text{ и } T_2=12{,}08\ м.$$

Следовательно, и это нас не вполне удовлетворяет, так как хотя артист и выйдет резко (его $L=T_1$), но задний фон будет несколько нерезким ($L_1 > T_2$). Поэтому данную съемку необходимо вести с диафрагмой $n=11$ или даже, если позволяют условия освещения, с $n=12$.

3-я группа съемочных задач

В эту группу включаем те съемочные задания, в которых по условию можно изменять не только F объектива, его n и d, но можно изменять и удаление L камеры от объектов съемки. При решении подобных задач прежде всего нужно выявить, что в задании является основным лимитирующим условием: масштаб ли тех или иных снимаемых объектов, который является функцией F и L, та или иная глубина резкости или только заданное удаление T_1 и T_2, та или иная протяженность снимаемого фронта, предельное удаление L камеры (что мы имеем, работая в павильоне), или заданная светосила n, заданный характер передачи перспективы и т. п.

Только найдя это основное условие, по нему вычисляют и все остальные.

Задача. Декорация стены комнаты с дверью посредине имеет ширину $H_г=5$ *м*. Во время съемки в дверь входит актер и приближается к аппарату настолько, что на кадрике его видно крупно до пояса. Он резко останавливается, оборачивается и видит: в дверь входит его преследователь.

Из задания ясно, что основными лимитирующими условиями здесь будут: необходимое приближение L актера к аппарату и большая глубина резкости от L до заднего фона декорации.

Последнее с самого же начала подсказывает, что для этой съемки необходимо пользоваться короткофокусной оптикой (с $F=25$, 28 или 35 *мм*). Предположим, что, не желая получать очень заметное кажущееся искажение перспективы при приближении актера к аппарату, мы остановились на объективе с $F=35$ *мм*.

Выбрав F объектива, определяют удаление L камеры с ним от декорации стены с дверью, имеющей ширину снимаемого фронта $H_г=5$ *м*.

По формуле: $\frac{H_г}{ab} = \frac{L}{F}$, где у нас $H_г = 5$ *м* и $ab = 24$ *мм* (немой кадр), имеем $\frac{5}{24} = \frac{L}{35}$, откуда $L = \frac{5 \cdot 35}{24} = \frac{175}{24} = 7,29$ *м*.

Затем определяют то удаление L актера от камеры, при котором на снимке он по высоте будет умещаться в кадре до пояса (высота этой части актера и запаса пространства над головой $H_в = 1$ *м*).

$\frac{H_в}{cd} = \frac{L_1}{F}$, где для нашего случая $H^1_в = 1$; $cd = 18$ *мм* и $F = 35$ *мм*. Поэтому искомое $L_1 = \frac{1 \cdot 35}{18} = 1,94$ *м* $\Rightarrow 2$ *м*. Таким образом во время съемки требуется глубина резкости от $T_1 \cong 2$ *м* до $T_2 \cong 7,3$ *м*.

По таблице глубины резкости объектива с $F = 35$ *мм* находим, что требуемую глубину он даст только при диафрагме $n = 8$ и при наводке $d = 3$ *м* (при этих данных $T_1 = 1,83$ *м* и $T_2 = 8,58$ *м*). Если бы мы захотели решать эту задачу по гиперфокальному расстоянию, полагая $d = D$ и помня, что по заданию в этом случае $T_1 = \frac{D}{2} \leqq 2$ *м*, откуда $D \leqq 4$ *м*, то нам пришлось бы еще сильнее задиафрагмировать объектив, уменьшив рабочую диафрагму до $n = 9,1$ (при $n = 9,1$; $D = 4,04$ *м*), что явно невыгодно.

§ 18. ИСТИННАЯ СВЕТОСИЛА ОБЪЕКТИВА

Выше было указано, что отношение диаметра действующего отверстия D к главному фокусному расстоянию F объектива называется его о т н о с и т е л ь н о й с в е т о с и л о й. Максимальное значение светосилы для данного объектива выгравировывается на его оправе и является одним из основных показателей его качеств.

Во время съемок в зависимости от условий (от яркости освещения снимаемых объектов и их отражательной способности, от желаемых размеров глубины резкости и т. п.) часто приходится изменять величину светосилы объектива с помощью так называемой в н у т р е н н е й д и а ф р а г м ы, которая изменяет размеры действующего отверстия в сторону его уменьшения. Внутренняя диафрагма представляет собой систему серпообразных лепестков, которые с помощью поворотного кольца закрывают действующее отверстие, все время сохраняя форму круга.

Хотя на Международном конгрессе по фотографии в 1902 г. и было постановлено объективы, имеющие одинаковые отношения действующего отверстия D к главному фокусному расстоянию F считать о д и н а к о в о с в е т о с и л ь н ы м и, однако последние исследования современных объективов показали, что их и с т и н н а я с в е т о с и л а может изменяться в зависимости от конструкции объектива, от сорта и качества того оптического стекла, из которого приготовлены его линзы, от шлифовки и т. п.

Таким образом, и с т и н н а я с в е т о с и л а ч а с т о б ы в а е т м е н ь ш е р а с ч е т н о й о т н о с и т е л ь н о й с в е т о с и л ы. Результаты исследования вопроса пропускания света кинообъективами, проведенного проф. Е. Леманом и К. Форхом, даны в табл. 7.

Таблица 7

Поглощение света и истинная светосила объективов

№ п/п	Объектив и его относительная светосила $D:F$	F объектива (в *мм*)	Без светофильтра	
			пропускает света (в %)	истинная светосила
1	„Эрностар" 1 : 2	35	47	1 : 3,1
2	„Эрностар" 1 : 2	50	44	1 : 3,6
3	„Киноплазмат" 1 : 1,5 . .	50	39	1 : 2,8
4	„Планар" 1 : 4,5	75	52	1 : 5,6
5	„Тессар" 1 : 3,5	100	60	1 : 4,6
6	„Тессар" 1 : 4,5	150	64	1 : 5,9
7	„Догмар" 1 : 4,5	150	53	1 : 6,4
8	„Дагор" 1 : 6,8	150	64	1 : 9
9	„Колинеар" 1 : 6,3 . . .	123	53	1 : 8,7

Таким образом истинная светосила фактически часто бывает меньше той, которая обозначена на оправе объектива.

Борьба за светосильную оптику является характерным явлением на кинопроизводстве наших дней. Причиной этого является, с одной стороны, расширение при применении светосильной оптики возможностей натурной съемки даже в очень пасмурную погоду, возможность киносъемки внутри зданий и т. п., а с другой стороны — уменьшение количества осветительных приборов при съемках в павильоне, что изменяет самый художественный эффект освещения и уменьшает расходование электроэнергии, количество обслуживающего персонала и ускоряет подготовку к съемкам.

Особенно большое значение светосила объектива имеет при хроникальных и документальных съемках, где всегда желательно иметь максимально светосильную оптику с малым $\frac{D}{F}$. При съемках художественных фильмов обычно берут оптику с максимальной светосилой (1:2).

§ 19. ХАРАКТЕР ИЗОБРАЖЕНИЯ, ДАВАЕМОГО ОБЪЕКТИВОМ

Третьим основным свойством, которым характеризуется каждый объектив, является характер даваемого им изображения.

По характеру изображения все кинообъективы делятся на: 1) протокольные или резко рисующие, которые дают четкие и резкие снимки с полной проработкой самых мельчайших деталей (например, структуры тканей, отдельных волосков, пор и морщинок кожи и т. п.) и 2) мягкие или портретные, т. е. такие, которые дают изображение как бы слегка размытое, нерезкое, причем эта степень размытости обычно увеличивается по мере удаления от центра снимка к краям.

О характере изображения, даваемого каким-нибудь конкретным объективом, можно судить только путем изучения на снимке или на экране

сделанных им фотографий (рис. 26). К числу резкоработающей оптики, применяемой на кинопроизводстве, относятся объективы «Тессар» Цейсса, «Кук» и др.; к мягкорисующей оптике — «Гелиары» Фохтлендера, «Плазматы» Мейера и др.

На кинопроизводстве применяется объектив «Портрет-Рошэр» фирмы Астро, который с помощью заменяемых задних линз (№ 1, № 2 и № 3) позволяет делать снимки с различной степенью мягкости по краям изображения. При съемке с линзой №1 получается достаточно резкое изобра-



Рис. 26. Один и тот же объект, снятый резкорисующей оптикой (слева) и мягкорисующей (справа)

жение всего кадра; с линзой №2 центр снимка остается резким, но к краям изображение постепенно размывается все больше и больше. Наконец, работая этим объективом с линзой №3, можно получить значительно большую степень размытости всего изображения.

Характер изображения, даваемого объективом, целиком зависит от его конструкции и степени исправленности от основных оптических недостатков, о которых мы говорили в предыдущем разделе. Применение оптики того или иного характера изображения диктуется художественными установками оператора и трактовкой снимаемой сцены. Протокольная оптика будет подчеркивать резкость, четкость, решительность и т. п. Применение же мягкорисующей оптики всегда создает известную лиричность снимка.

§ 20. РАЗВЕРТЫВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ КАДРА В ПЛАН

Прежде чем приступить к съемкам, всегда нужно точно знать: что снимать и как снимать. В кино воображаемый образ будущего монтажного кадра (сцены, плана) заранее зарисовывается в виде схематического изображения того кадра, который на экране должен увидеть зритель будущей кинокартины. Такие зарисовки носят название композиционных схем кадров или мизанкадров и должны содержать в себе основные данные линейной и тональной композиции. Располагая их в последовательности будущего порядка чередования монтажных кадров, по ним легко проследить плавность перехода с плана на план, масштабные и тональные соотношения и т. п. Образцы подобных мизанкадров, взятые из работ студентов ВГИК, приведены на рис. 27.



Рис. 27. Зарисовка изображения кадра, сделанная до начала съемок, и заснятый кадр

Из мизанкадра должен родиться технический план съемки данной сцены и вся ее мизансценировка. Для того чтобы уже во время съемки не тратить времени на перестановку предметов, камеры и актеров, нами был предложен метод развертывания изображения кадра в план.

Взяв зарисовку мизанкадра снимаемой сцены, мы из его углов проводим диагонали кадра AD и BC (рис. 28). Точка O пересечения их даст нам проекцию на кадр главной оптической оси того объектива, которым будет производиться съемка. Назовем эту точку O узловой точкой кадра. Затем через эту узловую точку кадра проводим линию EJ, параллельную нижней границе кадра, и линию KL, перпендикулярную к линии CD в точке O. Линию EJ мы называем линией оптического горизонта, а линию KL — линией оптической вертикали (в данном случае рассматривается нормальная съемка, когда камера установлена строго горизонтально и линия физического горизонта будет проходить параллельно линиям CD и AB кадра; когда же кадр будет сниматься с наклоном камеры в бок, линия оптического горизонта EJ

через узловую точку кадра O проводится параллельно линии физического горизонта, а линия KL — перпендикулярно к ней).

После этого наносят кадровую сетку, состоящую из горизонтальных линий GQ и RS, параллельных линии оптического горизонта EJ и делящих отрезки AE, BJ, EC, и JD сторон кадра пополам, и из вертикальных линий MN и PT, линий параллельных оптической вертикали KL и делящих отрезки AK и CL и KB и LD сторон кадра пополам.

После этого берут лист клетчатой бумаги и строят на нем в том или ином масштабе плановую сетку (рис. 29). Взяв какую-нибудь точку O_1, считают ее за проекцию в плане главного оптического центра того объектива,

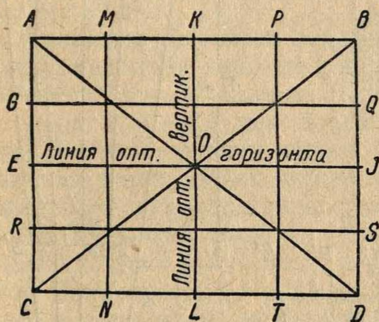


Рис. 28. Кадровая сетка

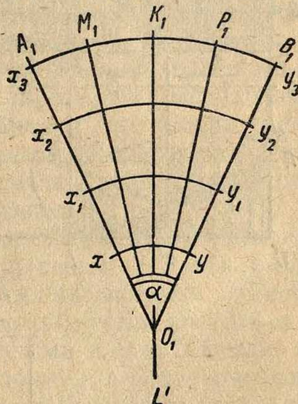


Рис. 29. Сетка плана

которым собираются производить съемку данного кадра. Проводят через O_1 главную линию K_1L_1, которая может рассматриваться как проекция в плане главной оптической оси объектива и как проекция проходящей через нее плоскости оптической вертикали KL. Затем, принимая точку O_1 за вершину полезного угла зрения в горизонтальной плоскости нашего объектива, лучами O_1A_1 и O_1B_1 прочерчивают его границы симметрично к главной линии K_1L_1. Совершенно ясно, что вертикальные плоскости, проходящие через эти лучи $A_1\,O_1$ и $B_1\,O_1$ дадут при съемке на кадрике линии AC и BD.

Разделив углы $A_1O_1K_1$ и $K_1O_1\,B_1$ лучами M_1O_1 и $P_1\,O_1$ пополам, находим в плане проекцию вертикальных плоскостей, пересекающих изображение на кадрике по линиям MN и PT. Таким образом на плане лучи A_1O_1,M_1O_1, K_1O_1, P_1O_1 и B_1O_1 мы можем рассматривать как горизонтальную проекцию вертикальных плоскостей, пересекающих изображение кадрика по линиям AC, MN, KL, PT и BD. Затем от точки O_1 в пределах угла зрения объектива $A_1O_1B_1$ проводятся дуги xy, x_1y_1, x_2y_2 и т. д., обозначающие в выбранном масштабе удаления от точки O_1. Предположим, что $xx_1=x_1x_2=$ $=yy_1=1$ *м.*

Получив таким образом сетку плана, начинают переносить на нее соответствующие элементы изображения на мизанкадре, пользуясь ранее нанесенной на него кадровой сеткой.

Предположим, что нам необходимо развернуть в план мизанкадр, изображенный на рис. 30 и показывающий часть большой комнаты с двумя окнами на заднем плане и с дверью на правой стене. Возле окон стоят полукресла. В простенке — зеркальный шкаф. На переднем плане слева —

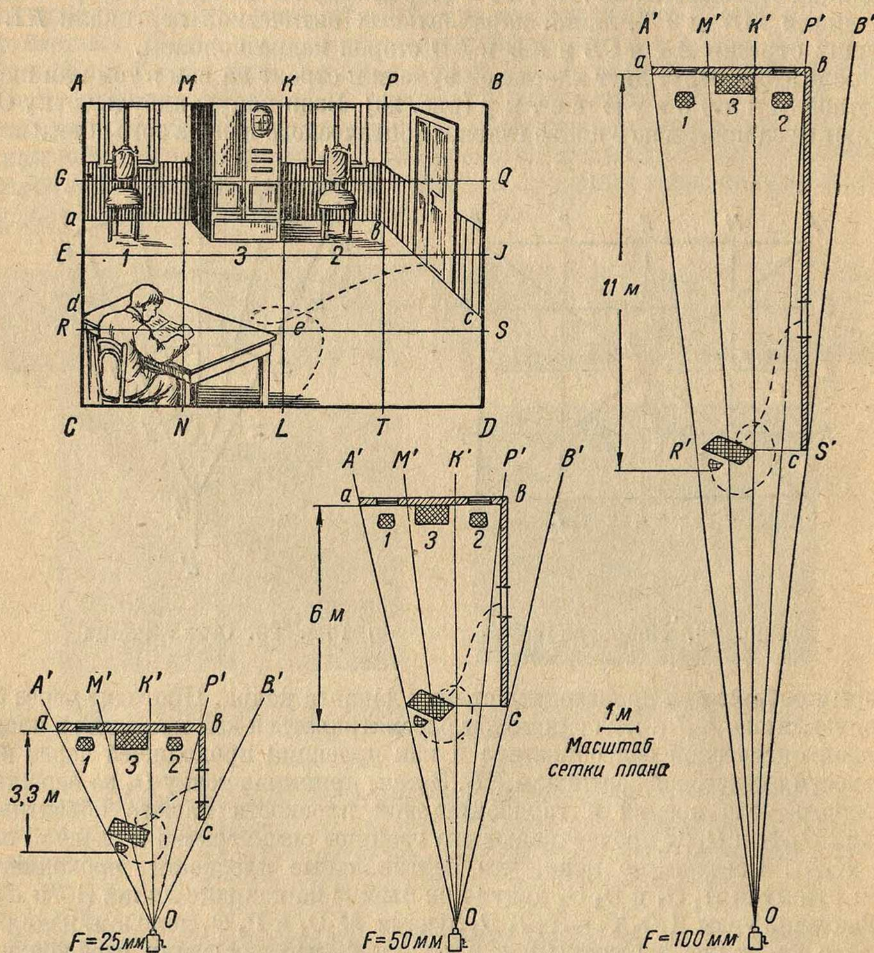


Рис. 30. Изображение мизанкадра (сверху) и его развертка в план при съемке объективами с F=25 *мм*, F_1 =50 *мм* и F_2=100 *мм*

косо поставленный стол, за которым, ближе к зрителям, сидит актер. Во время съемки сцены он встает из-за стола и уходит в дверь (его путь показан пунктиром).

Прежде всего устанавливаем, объективом какого F будем производить данную съемку. Предположим, что мы выбрали объектив с F=25 *мм*. Построив для него сетку плана и нанеся на мизанкадр кадровую сетку, приступаем к его развертыванию в план. Прежде всего определяем протяжен-

ность задней стены *ab* декорации. Для этого прибегаем к сравнению длины отрезка *ab* с размерами какого-нибудь, известного по своим размерам, предмета, находящегося на том же удалении от объектива, что и отрезок стены *ab*. В нашем примере такими величинами для измерения протяженности задней стенки могут быть: окна (обычная ширина окон средних размеров 0,9—1 *м*), стулья *1* и *2* (нормальная ширина сиденья 0,45 *м* и высота спинки 1 *м*) или зеркальный шкаф *3* (ширина 1—1,2 *м*). Взяв за единицу измерения высоту спинки стула, определяем протяженность задней стенки *ab* и находим, что она равна 4 *м*. Эта стенка *ab* располагается на изображении кадра между вертикальными плоскостями *AC* и *PT*. Поэтому в выбранном для сетки плана масштабе протяженность задней стенки *ab*, равную 4 *м*, заключаем между лучами $A'O$ и $P'O$ перпендикулярно к центральному лучу K^1O.

Зная размеры предметов (стульев и шкафа), стоящих возле этой стенки, на плане в масштабе наносим и их. Теперь определяем расположение боковой стенки *bc* и ее размеры. На сетке плана мы уже нашли расположение ее конца *b*. Необходимо найти на той же сетке положение точки *c* декорации. На изображении видно, что эта точка *c* лежит почти на линии *RS*, параллельной линии оптического горизонта *EJ*.

Определяем по изображению протяженность линии *RS*, беря за единицу измерения диагональ стола *de*, равную, предположим, 1,5 *м* (т. е. $de=1{,}5$). Находим длину линии *RS* между вертикальными плоскостями *AC* и *BD* равную 3 *м*. Взяв отрезок прямой, равный в масштабе сетки плана 3 *м*, размещаем его в сетке плана между крайними лучами $A'O$ и $B'O$ так, как это показано на рисунке. Соединив найденную точку *c* с ранее нанесенной на план точкой *b*, находим расположение и размеры боковой стенки *bc* и двери.

Зная, что диагональ *de* стола имеет протяженность равную 1,5 *м* и что она размещается между центральной вертикальной плоскостью *KL* и крайней вертикальной плоскостью *AC*, находим ее расположение в сетке плана между лучами $A'O$ и $K'O$. Так же определяется и месторасположение стула с актером.

На рис. 30 показан план разобранного мизанкадра для съемки его объективом с $F=25$ *мм*. Там же приведены развертки того же самого изображения мизанкадра в план при съемке данной сцены объективами с $F=50$ *мм* и $F=100$ *мм*. Масштаб везде один и тот же.

Из сравнения их видно, что при съемке короткофокусной оптикой мы занимаем минимальную площадь студии и имеем наиболее сближенными все предметы и расстояния. При съемке же более длиннофокусной оптикой зрительно того же самого кадра все расстояния между предметами при съемке должны быть значительно увеличены, хотя их визуальное удаление друг от друга на экране и будет казаться прежним.

Следовательно, одно и то же изображение кадра можно получить с различных вариантов расположения снимаемых объектов в пространстве полезного поля съемки. Поэтому, учитывая игру актера, скорость его движений и пространства, увязанные с метражем, площадь студии, размеры декорации, производственные условия и т. п. и желательный художественный эффект в смысле передачи перспективы, из всех вариантов развертки изображения мизанкадра в план берется тот, который полнее отвечает всем поставленным требованиям.

Предложенный нами и описанный выше метод развертывания изображения мизанкадра в план позволяет заранее сделать точный выбор наиболее производственно целесообразного варианта, гарантирующего получение на экране желаемого результата при использовании минимальной съемочной площади павильона студии и при постройке декорации минимальных размеров. Это даст экономию средств как по линии уменьшения затрат на материалы, рабочую силу, аренду площади павильона и т. п., так и по линии ускорения постройки декорации и подготовки ее к съемке (меньшее количество осветительной аппаратуры и обслуживающего ее персонала и т. п.).

В конечном результате применение этого метода на кинопроизводстве даст возможность наиболее рационально использовать съемочную площадь павильонов (сравните развертку мизанкадра, изображенного на рис. 30, в план для объектива с $F = 25$ *мм* и для объектива с $F_2 = 100$ *мм*., и вы увидите, что для показа на экране такого же кадра, что и в первом случае, во втором — при съемке объективом с $F = 100$ *мм* требуется площадь павильона в 3,5 раза большая).

Постановление Совета народных комиссаров СССР от 23 марта 1938 г. «Об улучшении организации производства кинокартин» категорически требует более рационального использования площадей павильонов киностудий и уменьшения объема декораций.

ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КИНО

§ 21. ХИМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ СВЕТА

Фотографирование, т. е. закрепление оптического изображения, получаемого с помощью объектива внутри темной камеры на каком-нибудь слое (на так называемом светочувствительном слое, эмульсии), основано на способности некоторых веществ, в том числе и солей серебра, химически видоизменяться под действием падающих на них лучей света.

Те вещества, которые под действием света претерпевают химические изменения, называются светочувствительными, а химические реакции, которые происходят под действием лучей света или только при их участии, называются фотохимическими. Фотохимические реакции происходят и в светочувствительном слое кинопленки, когда на него действует свет (лучистая энергия).

§ 22. ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ЛУЧЕЙ СВЕТА

Прежде чем перейти к изучению фотохимических основ кино, необходимо вспомнить, что белый свет солнца состоит из множества цветов, которые образуют так называемый солнечный спектр.

Различные тела относятся по-разному к падающему на них белому свету. Они либо отражают, либо пропускают сквозь себя, либо поглощают падающий на них свет. Чаще всего они частично отражают падающие на них лучи, частично пропускают их и частично поглощают.

Гладкие полированные поверхности отражают почти все падающие на них лучи (в случае отсутствия избирательного поглощения), причем у такого отраженного света будет меняться только его интенсивность, т. е. здесь будет наблюдаться уменьшение яркости за счет равномерного поглощения всех составляющих его цветных лучей. В результате такого общего поглощения всех компонентов сложного белого света на тот или иной процент мы видим белые и черные тона и всевозможные оттенки серого.

Но если та или иная среда или тело обладает способностью поглощать преимущественно (избирательно) световые лучи той или иной определенной длины волны, то в результате такого избирательного поглощения при прохождении сквозь него или при отражении от него лучей белого света мы увидим их окрашенными в тот или иной цвет.

§ 23. ОКРАСКА ПРОЗРАЧНЫХ ТЕЛ И СРЕД

Для того чтобы понять самую сущность этого явления, носящего название избирательного поглощения или избиратель-

ной абсорбции тел, рассмотрим приведенную слева на рис. 31 элементарную схему прохождения света через прозрачное тело, обладающее каким-то избирательным поглощением.

Пусть на это тело падает белый свет *Б*, который, как мы знаем, представляет собой смесь лучей с различной длиной волн (для простоты на схеме изображены только три основных цветных луча: красный — *К*, зеленый — *З* и фиолетовый — *Ф*). Прямоугольниками обозначены отдельные мельчайшие частицы нашего тела или среды.

Падающий на наружные поверхности самого верхнего слоя этих частиц белый свет будет частично отражаться и, частично преломляясь, проникать внутрь тела. Нужно заметить, что в прозрачных телах величина

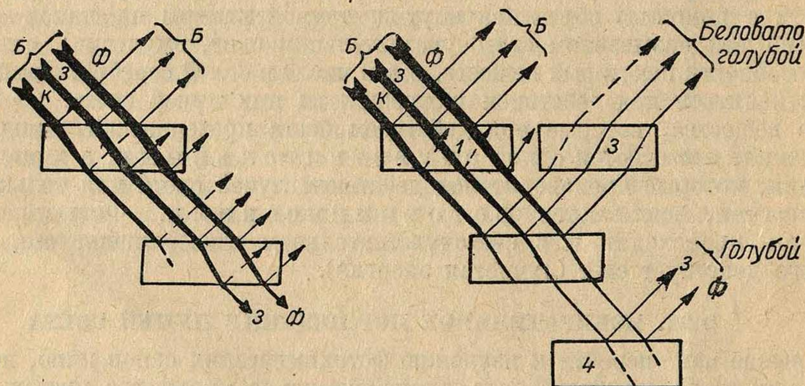


Рис. 31. Схема избирательного поглощения лучей света прозрачным телом (слева) и непрозрачным (справа)

отраженного света обычно невелика по сравнению с пропускаемым им сквозь себя.

В зависимости от природы данного тела или среды различные составные части белого (сложного) света поглощаются различно.

Допустим, что в нашем теле сильнее всего поглощаются красные лучи, остальные же лучи поглощаются меньше. Тогда при прохождении красного луча через частицу тела или через его зернышко, красный луч будет ослаблен больше всех остальных лучей, что и изображено на схеме утоньшением линии, изображающей этот луч. Достигнув нижней поверхности нашей частицы тела, часть лучей опять отразится от нее, а остальная, бо́льшая часть, выйдет из зернышка и распространится дальше.

Для простоты рассуждений допустим, что поглощение настолько велико, что уже из второй частицы тела красные лучи не выйдут совсем, тогда как зеленые — *З* и фиолетовые лучи — *Ф*, хотя и ослабленные вследствие отражения и поглощения, выйдут из тела. Таким образом при прохождении лучей белого света через прозрачное тело или среду с тем или иным избирательным поглощением (у нас — красных лучей) из него выходят наружу лишь те или иные цветные лучи (у нас зелено-фиолетовые, которые вместе дадут впечатление голубого света).

Наша схема объяснила, почему мы видим «голубое» стекло, т. е. такое стекло, которое за счет введения в него того или иного вещества (красителя) обладает избирательным поглощением красных лучей.

Величина поглощения тех или иных лучей света каким-нибудь веществом зависит прежде всего от природы этого вещества. Для одного и того же прозрачного вещества величина поглощения тех или иных лучей света зависит от толщины слоя, через который проходит свет.

§ 24. ОКРАСКА НЕПРОЗРАЧНЫХ ТЕЛ

Для того чтобы понять, как происходит окраска непрозрачных тел, нужно представить себе, что они состоят из мельчайших зернышек, которые благодаря своей незначительной толщине тоже прозрачны (вспомните, что тонкий лист золота — прозрачен). Однако проходящий сквозь них свет так сильно поглощается, что для возникновения цвета имеет значение лишь отраженный свет.

На рис. 31 справа дана упрощенная схема, поясняющая это явление. На тело падают лучи белого света; главные из его составляющих: красные — *К*, зеленые — *З* и фиолетовые — *Ф*, изображены жирными стрелками. Встретившись с поверхностью первых частиц тела, они частично отразятся и дадут опять-таки белый отраженный свет, а частично пройдут в глубь.

Вследствие избирательного поглощения данного тела (допустим, опять красных лучей) из всех лучей света, проникших внутрь тела, сильнее всего будет поглощаться красный, а остальные лучи будут поглощаться хотя и менее, но достаточно энергично. Преломившись в первом зернышке и отразившись частично от его нижней поверхности, остаток лучей света пойдет дальше и встретит на своем пути второе зернышко. Здесь лучи опять частично отразятся вверх, частично преломятся.

Отраженная часть лучей света или беспрепятственно выйдет из тела наружу или до выхода должна будет пройти через третье зернышко, которое поглотит часть лучей, и больше всего — красных. Поэтому вышедшие наружу лучи света вследствие такого «отсеивания» их будут окрашены в беловато-голубой цвет. Так как сила прошедших дальше лучей весьма скоро становится настолько слабой, что ее практически можно считать равной нулю, подобные тела и называются непрозрачными. Таким образом видно, что своим цветом непрозрачные тела обязаны цвету отражаемых ими изнутри лучей света; в нашем примере поэтому мы будем иметь голубой цвет непрозрачного тела.

Таким образом можно сказать, что если тело обладает способностью избирательной абсорбции, то в результате такого поглощения части лучей белого света мы будем иметь соответствующую окраску тела в цвет лучей, прошедших сквозь него (у прозрачных тел), либо в цвет лучей, отраженных им (у непрозрачных тел).

Известно, что наиболее «чистые»[1] и яркие цвета мы имеем у различных красок. Следовательно, можно сказать, что вещества, которые мы называем красителями (в общежитии называемые красками), обладают избирательным поглощением. Кстати укажем, что в фото- и кинопромышленности специальные красители, обладающие строго определенной избирательной абсорбцией к лучам той или иной длины, применяются очень часто для увеличения светочувствительности различных материалов (оптические сенсибилизаторы) и для изготовления всевозможных светофильтров, которые должны «фильтровать» составные лучи, т. е. часть из них задерживать, поглощать, а часть пропускать сквозь свой слой.

§ 25. ОСОБЕННОСТИ ФОТОХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Только около ста лет назад (в 1819 г. Гроттусом, а затем в 1843 г. Дрэппером) была дана ясная формулировка той связи, которая существует между светом и химическим превращением того или иного вещества. Это положение принято считать основным законом фотохимии и оно читается так: «*Только те лучи могут действовать на вещество химически, которые этим веществом поглощаются*».

Следовательно, для получения той или иной фотохимической реакции нужно соблюдение двух условий: 1) чтобы лучи, способные химически воздействовать на данное вещество, содержались в источнике света и 2) чтобы именно эти лучи поглощались данным веществом.

Известно, что все тела в большей или в меньшей степени поглощают падающий на них свет, но *в одних случаях эта поглощенная лучистая энергия переходит в другой вид энергии* (например, *в тепловую*), *в других же она вызывает химическое превращение*. Последний случай и является основой современной фотографии.

Гроттус доказал, что: «*все лучи спектра могут действовать химически, и нет таких лучей, которые были бы в отношении их химического действия особенными*». Это относится не только к видимому нашим глазом узкому участку лучей спектра, но и к так называемым невидимым лучам (ультрафиолетовым, инфракрасным, рентгеновским и др.).

Дальнейшими работами в области фотохимии был найден закон, устанавливающий связь между так называемым «фотохимическим эффектом» (т. е. количеством вещества, превращенным под действием света), с одной стороны, и интенсивностью (силой) и временем освещения данного вещества, с другой (работы Бунзена и Роско в 1855 г. над реакцией образования хлористого водорода из хлора и водорода под действием света). Бунзен и Роско установили, что «*величина фотохимического эффекта зависит от количества подействовавшего на вещество света*» (*вернее — от количества поглощенных данным веществом лучей света*), которое

[1] «Чистыми» (насыщенными) цветами называются такие, которые приближаются к соответствующим цветам спектра.

по принятому у нас стандартному обозначению (ОСТ 6175) называется количеством освещения (экспозицией) и обозначается буквой H (ℍ). Под количеством освещения понимается произведение освещенности E на время освещения (выдержку) t, т. е.

$$H = E \cdot t,$$

где под освещенностью E понимается отношение светового потока, падающего на поверхность, к величине поверхности, а под временем освещения t — время (в секундах), в течение которого светочувствительный слой подвергался непрерывному действию света постоянной силы.

Из этого уравнения следует, что если, например, освещенность E слоя увеличить в два раза и в два раза сократить время t освещения нашего вещества, то фотохимический эффект, т. е. количество химически видоизменившегося светочувствительного слоя, у нас останется прежним, т. е., если $E_1 = 2E$ и $t_1 = \frac{t}{2}$, то $E_1 t_1 = Et = \text{const}$.

Однако, как в дальнейшем показали исследования Шварцшильда, этот закон в применении к светочувствительным эмульсиям фотопластинки не вполне точен и требует введения в него следующей существенной поправки.

Действие одного и того же количества освещения (экспозиции) будет по отношению к фотографической пластинке тем слабее, чем медленнее оно доставляется к пластинке (чем меньше интенсивность). Величина этого отклонения от прямой пропорциональности, установленной законом Бунзена и Роско, не одинакова для различных сортов светочувствительной эмульсии и является характерным показателем ее качества и носит название „константы Шварцшильда“.

К числу особенностей химических реакций, происходящих в светочувствительных эмульсиях, применяемых в фото- и киноделе, нужно отметить еще одну. Если остальные химические реакции начинаются сейчас же, как только соединены их реагенты, то фотохимическая реакция начинается не одновременно с началом действия света на светочувствительный слой, а несколько позже.

Оказывается, необходимо некоторое определенное предварительное действие света на светочувствительный слой, чтобы началась фотохимическая реакция; другими словами, для освещения существует некоторая граница, «порог», только перейдя которую оно внешним образом обнаруживает свое действие на вещество. До тех пор, пока освещение не достигло этого «порога», лучи света, повидимому, производят лишь какую-то подготовку, какое-то накопление сил в светочувствительном материале. Но и начавшись, фотохимическая реакция пойдет не с одинаковой скоростью. Оказывается она сначала будет итти медленно, затем, лишь достигнув определенного момента, она становится регулярной.

Другая особенность тех фотохимических реакций, которые имеют место в светочувствительном слое во время съемки, заключается в том, что скорость протекания фотохимических реакций (т. е. количество вещества, превращающегося в единицу времени) не зависит от температуры, в то

время как в обычных химических реакциях температура играет серьезную роль.

Поэтому время выдержки при фото- и киносъемках и в жаркую и в очень холодную погоду не меняется.

§ 26. ОПТИЧЕСКИЕ СЕНСИБИЛИЗАТОРЫ

В фотографии и кинематографии в качестве светочувствительного вещества для закрепления изображения при съемке применяются галоидные (галогенные) соединения серебра и главным образом бромистое серебро. Как показали исследования, бромистое серебро обладает избирательной абсорбцией и поглощает только голубые, синие, фиолетовые и ультрафиолетовые лучи и практически не изменяется при действии лучей зеленых, желтых и красных.

В 1873 г. Фогель открыл явление оптической сенсибилизации (очувствления), которая заключается в том, что фотохимическому превращению может подвергаться вещество не только под влиянием лучей, поглощаемых им самим, но и под действием лучей, поглощаемых некоторым другим веществом, находящимся в контакте с первым.

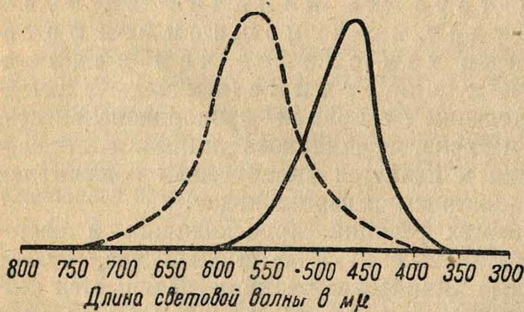


Рис. 32. Кривая визуальной чувствительности глаза (пунктир) и кривая спектральной чувствительности бромистого серебра

Фогель нашел, что если бромистое серебро окрасить некоторыми определенными красителями, поглощающими зеленые, желтые или красные лучи, то такое бромистое серебро будет фотохимически изменяться уже и при действии на него зеленых, желтых и красных лучей.

Красители, применяемые для очувствления бромистого серебра к непоглощаемым им лучам, носят название оптических сенсибилизаторов.

До открытия Фогеля вся съемка происходила в сине-фиолетовых лучах, которые поглощаются бромистым серебром, а это приводило к искажениям передачи светлости отдельных частей снимка по сравнению с визуальным восприятием. Для глаза наиболее яркими являются желто-зеленые лучи; синие же и фиолетовые для него — темные цвета. Для бромистого серебра наоборот: наиболее сильно действующими являются синие и фиолетовые, а остальные цвета (зеленый, желтый и красный) на него не действуют, и на позитиве они выходят темными.

На рис. 32 приведены сравнительные кривые цветочувствительности глаза и бромистого серебра.

Открытие Фогелем оптической сенсибилизации позволило уничтожить

этот недостаток в передаче на снимке светлости различных цветов и, кроме того, дало возможность использовать энергию всех лучей света. Это привело к уменьшению величины выдержки, а подчас и вообще к возможности осуществить и самую съемку (например, съемка днем «ночных» сцен в невидимых инфракрасных лучах).

Применяемые для оптической сенсибилизации вещества принадлежат к двум определенным классам органических красителей: фталеиновым и цианиновым. Наиболее распространенными красителями-сенсибилизаторами являются: эритрозин, пинафлавол, ортохром, пинавердол, пинацианол, пинахром, дицианин, неоцианин и др. На рис. 33 приведены кривые поглощения некоторых красителей-сенсибилизаторов.

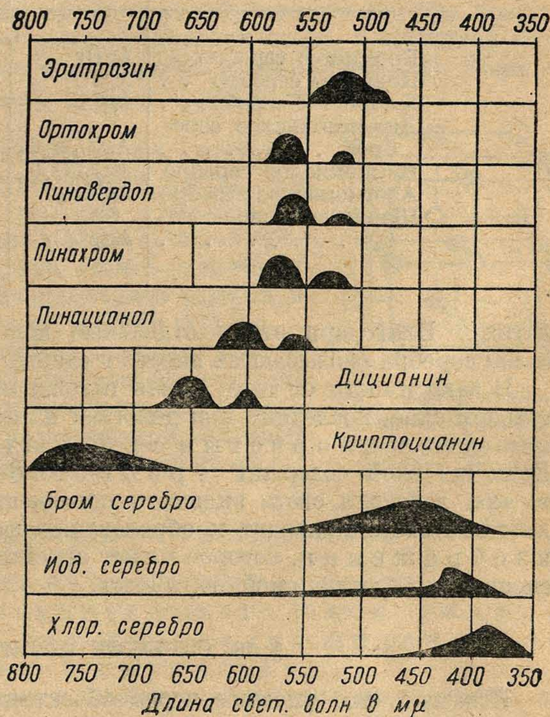


Рис. 33. Кривые избирательной абсорбции светочувствительных солей серебра и некоторых оптических сенсибилизаторов

Для сообщения бромистому серебру дополнительной чувствительности к тем или другим лучам, которые оно не поглощает, подбираются красители, поглощающие именно эти лучи.

§ 27. СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В современной фотографии и кинематографии для изготовления светочувствительного слоя пленок, пластинок и бумаг применяются почти исключительно различные галоидные соли серебра: бромистое серебро — $AgBr$; хлористое серебро — $AgCl$; иодистое — AgJ. Они являются наиболее светочувствительными из всех известных нам веществ.

Светочувствительность различных солей серебра также не одинакова и из них самым светочувствительным является бромистое серебро, за ним в порядке уменьшения светочувствительности идет иодистое и далее — хлористое серебро. Это подтверждается данными табл. 8.

Избирательная абсорбция галоидных солей серебра лучей различной длины волны показана на рис. 33. Из него видно, что в основном все они чувствительны к синим и фиолетовым лучам видимого участка солнечного спектра, захватывая область и невидимых ультрафиолетовых лучей.

Современный светочувствительный слой пленок, пластинок или бумаги содержит, кроме галоидных солей серебра, еще связующее вещество — же-

Таблица 8

Светочувствительность различных солей серебра

Наименование	Химическая формула	Светочувствительность	Светочувствительность после действия паров аммиака
Бромистое серебро . .	AgBr	700	900
Иодистое серебро . .	AgJ	300	450
Хлористое серебро . .	AgCl	100	100
Лимоннокислое серебро	$Ag_3C_6H_5O_7$	15	18
Виннокислое серебро	$Ag_2C_4H_4O_6$	7	17
Азотнокислое серебро	$AgNO_3$	6	8
Щавелевокислое серебро	$Ag_2C_2O_4$	2	8

латину. Благодаря этому отдельные кристаллические частицы (зерна) солей серебра связываются вместе в единый слой и не выпадают в осадок.

В зависимости от того, какая галоидная соль имеется в светочувствительном слое, последний при действии на него света изменяется различно: так, слой с хлористым серебром под действием света будет темнеть. Если же слой содержит бромистое или иодистое серебро, то при действии света видимого потемнения слоя не получается. Здесь действие света приводит к образованию так называемого скрытого изображения, которое может перейти в видимое только лишь после специальной химической обработки.

§ 28. СКРЫТОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

Известно, что упавшее через объектив на светочувствительный слой пластинки или пленки световое изображение снимаемых предметов подействует на него химически. Ясно, что чем больше будет освещенность данных участков изображения, тем сильнее будет действовать свет на вещество светочувствительного слоя, т. е. тем больше будет его фотохимический эффект.

Химические превращения, которые происходят в галоидных солях серебра под действием поглощаемых ими лучей света, состоят в том, что в тех частях, на которые падает свет, эти соли постепенно выделяют свой галоид, а серебро переходит в металлическое. Таким образом при действии света на бромистое серебро последнее выделяет бром, при иодистом — иод и т. д. В результате выделения галоида в слое остаются мельчайшие частицы металлического серебра, которое обнаруживаем в виде некоторого потемнения.

Как было указано ранее, бромистое и иодистое серебро под действием света не темнеет, как, например, хлористое. Но в то же время, ввиду нали-

чия поглощения лучистой энергии последняя производит некоторые невидимые фотохимические превращения, в результате которых в светочувствительном слое появляется так называемое скрытое изображение.

Природа скрытого изображения до последнего времени представляет не вполне разрешенный вопрос, и в настоящее время наиболее вероятным является следующее представление. Соли бромистого серебра кристаллизуются в так называемой кубической системе (на основе рентгеноскопического анализа) так, что каждый кристалл бромистого серебра представляется состоящим из элементарных кубических ячеек, в вершинах которых расположены попеременно ионы серебра и брома (рис. 34). Ионы серебра заряжены положительно, а ионы галоида — отрицательно.

В местах действия света на поверхность кристалла галоидного серебра лишь в некоторых частях — в вершинах кристаллической решетки — происходит переход ионов серебра в металлическое, а ионов брома — в свободное состояние; при этом в некоторых вершинах наблюдается скопление атомов серебра и образование так называемых «зародышей» серебра.

Таким образом можно сказать, что скрытое изображение состоит из отдельных «зародышей» (частиц) металлического серебра на поверхности отдельных кристаллов бромистого серебра, подвергшихся действию света именно в тех местах, где упал квант энергии.

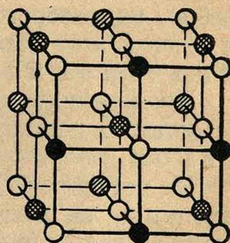


Рис. 34. Пространственная кристаллическая решетка бромистого серебра

§ 29. ПОЛУЧЕНИЕ ВИДИМОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Обработка специальными химическими растворами светочувствительного слоя со скрытым изображением для получения видимого носит название процесса проявления.

Химическая сущность процесса проявления скрытого изображения состоит из реакции избирательного химического восстановления измененных светом зерен галоидного серебра в металлическое серебро. В процессе химического проявления каждое зерно ведет себя как самостоятельное целое. Для того чтобы то или иное зерно обладало способностью к проявлению, оно должно иметь хотя бы один центр потемнения (зародыш металлического серебра), образовавшийся в результате достаточного действия света на него.

Во время проявления вокруг этого центра потемнения начинается отложение мельчайших крупинок металлического серебра, получающегося при процессе проявления.

Весь процесс проявления грубо можно разбить на три стадии. В начальной стадии проявления происходит диффузия (проникновение) проявляющего раствора в желатиновый слой, окружающий измененные светом зерна галоидного серебра. Как только проявляющий раствор (проявитель) достигнет до зерен серебра и войдет с ними в соприкосновение, наступает вторая стадия — стадия химического восстановления зерен освещенного галоидного серебра в металлическое, причем последнее пока находится еще

в состоянии раствора. Следующей стадией проявления является оседание этого металлического серебра и образование видимого изображения.

Заметим, что проявление эмульсионного зерна или происходит полностью, или практически почти не происходит.

В результате проявки заснятой пленки мы не будем иметь еще готового негатива, так как он быстро испортится (почернеет), если его вынести на свет. Произойдет это потому, что в тех местах, на которые при съемке свет не действовал, сохранится светочувствительное бромистое серебро. Поэтому проявленную пленку обрабатывают раствором серноватистокислого натрия (гипосульфита), растворяющего не измененные ни светом ни проявителем остатки бромистого серебра. Обработка негатива раствором гипосульфита не влияет на металлическое серебро, из которого состоит полученное путем проявления изображение, и процесс этот носит название закрепления или фиксирования проявленного изображения.

Проявленную и отфиксированную пленку тщательно отмывают в воде от остатков раствора и сушат. Полученный снимок называется негативом.

На негативе будет получено так называемое обратное изображение, на котором все светлые части снимаемых предметов будут черными, а все черные — белыми.

Причина этого станет вполне понятной, если вспомнить, что чем больше будет освещенность E светочувствительного слоя (при постоянстве выдержки t), тем большее количество галоидной соли серебра перейдет после проявления в металлическое, т. е. тем непрозрачней будет негатив в этих местах.

Если взять высушенный негатив, положить под него в темной комнате свежую пленку или фотографическую бумагу со светочувствительным слоем и подвергнуть их действию света (который будет действовать на новый светочувствительный слой, проходя через слой негатива), то после соответствующей обработки получим нормальное фотографическое изображение — так называемый позитив.

Таким образом весь процесс фотографирования и получения готового изображения распадается на следующие этапы:

1) съемка;
2) проявка и получение негатива;
3) печать и проявка позитива.

Съемка имеет целью получить в светочувствительном слое пластинки или кинопленки скрытое изображение, которое образуется в результате освещения (экспозиции) этого слоя лучами, прошедшими через объектив и давшими изображение снимаемых предметов на поверхности кинопленки. После этого следует проявление экспонированной пленки, во время которого путем обработки ее соответствующими химическими растворами скрытое изображение переводим в видимое, состоящее из мельчайших крупинок черного металлического серебра (и из желатины). После фиксирования, промывки и сушки пленки получаем негатив; последующей копировкой (печать) с негатива на свежей пленке получаем в последней скрытое изображение, которое после соответствующей лабораторной обработки дает позитив, т. е. интересующую нас фотографию.

Подобным способом получаются негативы и позитивы кинофильмов, с той только разницей, что в отличие от обычной фотографии при киносъемке на пленке с равными промежутками времени последовательно снимается огромное количество отдельных кадриков, непрерывный поток которых и составляет кинокартину.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

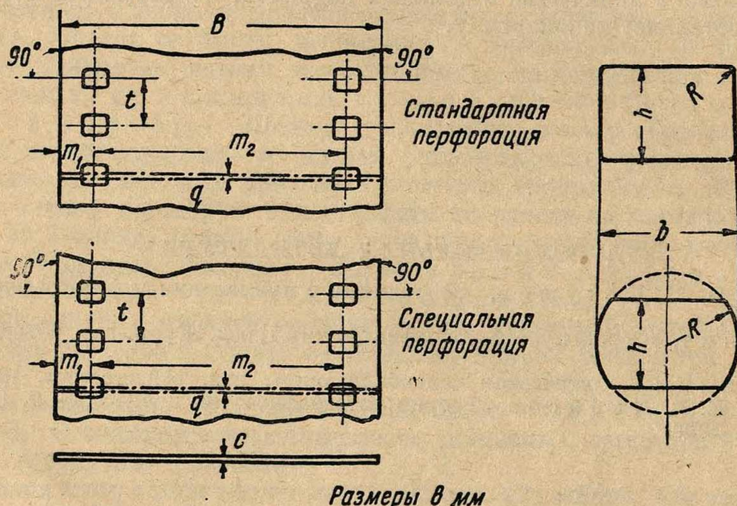
Проф. Я. М. Катушев, «Фотохимия в применении к фотографии», изд. «Союзфото».

Неблит, «Общий курс фотографии», книга I, изд. Журн.-газ. объед., 1932, ц. 5 р.

Бокиник, «Оптическая сенсибилизация», изд. «Искусство», 1937.

Проф. К. В. Чибисов, «Теория фотографических процессов», т. I, Кинофотоиздат, 1936.

СНК СССР Комитет по делам кинематографии	Общесоюзный стандарт **35-*мм* КИНОПЛЕНКА** **Размеры**	ОСТ-КИНО 1 Производство кинопленки



Размеры в мм

Вид перфорации	B	C	t	100 t	m_1	m_2	q	b	h	R
Стандартная . .	35,0	*)	4,75	475,0	3,40	28,17	Не более 0,03	2,8	1,98	0,5
Специальная . .	35,0	*)	4,75	475,0	3,40	28,17	Не более 0,03	2,8	1,85	1,4
Допуски	—0,05	*)	±0,01	±0,5	±0,05	±0,05	—	±0,01	±0,01	—

*) Толщина пленки (*C*) позитивной: 0,13 ± 0,005; прочих сортов: 0,15 ± 0,015.

Толщина основы не менее 0,12.

Длина рулона: негативной пленки 30, 120, 300 *м*, прочих сортов 300 *м*. Допуски на длину устанавливаются ТУ на каждый сорт.

Массовый выпуск всех сортов 35-*мм* кинопленки производится со стандартной перфорацией.

Применение специальной перфорации допускается временно, до 1/X 1940 г. и исключительно по отдельным заказам, с разрешения в каждом случае Комитета по делам кинематографии при СНК СССР.

Размеры и допуски относятся к пленке в течение 24 часов после перфорирования.

Изменение начальных размеров вследствие усадки пленки при транспортировании и хранении допускается в пределах—0,3% от минимальных величин размеров (номинал минус допуск на изготовление).

Допуски на усадку относятся к пленке немедленно после ее распаковки.

Соответствует международному стандарту ISA-36.

Внесен Комиссией по стандартизации при НИКФИ	Утвержден 27/VIII 1939 г.	Срок введения 1/I 1940 г.

КИНОПЛЕНКА

§ 30. ФИЛЬМ

Английское слово ф и л ь м значит г и б к а я п л е н к а.

У нас фильмом обычно называют уже готовую кинокартину, в отличие от необработанной, сырой кинопленки.

Кинопленка (негативная и позитивная) является в кинопромышленности основным материалом[1], и поэтому лишь те страны, которые сами изготовляют у себя пленку, а не покупают ее за границей, могут считать свое кинопроизводство правильно организованным и построенным на прочной технической базе.

На базе успешной реализации первой пятилетки советская кинематография с 1932 г. перестала зависеть от заграничного снабжения пленкой.

В настоящее время СССР по производству кинопленки занимает третье место в мире.

Принятая на нашем производстве пленка должна соответствовать общесоюзному стандарту ОСТ-кино 1.

Каждая кинопленка состоит из двух основных частей: из целлулоидной о с н о в ы (глянцевая сторона) и нанесенного на нее светочувствительного слоя э м у л ь с и и (матовая сторона).

§ 31. ОСНОВА КИНОПЛЕНКИ

Основа, или, как ее иногда называют, п о д л о ж к а, должна удовлетворять специальным техническим требованиям, т. е. быть:

1) б е с ц в е т н о й и п р о з р а ч н о й, так как сквозь нее должны с наименьшей потерей проходить лучи света;

2) п р о ч н о й, чтобы фильм мог без повреждений многократно выносить все усилия, связанные с его передвижением в различных киноаппаратах (в съемочных, проекционных, копировальных, проявочных, протирочных, метромерах и т. п.);

3) х и м и ч е с к и н е й т р а л ь н о й;

4) с т о й к о й п о о т н о ш е н и ю к в о д е, т. е. она не должна размокать, коробиться или изменять свою длину под действием воды.

Всем этим требованиям в настоящее время наиболее соответствует ц е л л у л о и д, открытый бр. Хут в Америке в 1869 г.

Готовая ц е л л у л о и д н а я о с н о в а к и н о- и л и ф о т о п л е н к и п р е д с т а в л я е т с о б о й в о с н о в н о м в ы с о х-

[1] По последним данным на 1/I 1939 г. приблизительное количество позитивной пленки, потребляемой мировой кинопромышленностью, составляет около 2 000 000 000 фут. (около 700 000 000 *м*), а негативной — около 35 000 000 фут. (10 000 000 *м*). — *Н. А.*

ший раствор нитроклетчатки (*коллоксилина*) и *камфары* и некоторых других веществ.

Нитроклетчатка, или *коллоксилин*, получается путем обработки хлопка или его отходов (линтера или делинта) смесью азотной и серной кислот. Нитроклетчатка с содержанием азота от 11,3 до 12,5% называется *коллоксилином*. Последний *растворим* в смеси эфира и спирта и применяется для изготовления целлулоида (для кинопленок). Нитроклетчатка же с содержанием азота свыше 12,5% называется *пироксилином*, который, *не растворяясь* в смеси спирта и эфира, является сильно взрывчатым веществом, идущим на производство специальных сортов пороха. От качества нитроклетчатки (коллоксилина) в очень большой степени зависят прочность и другие основные свойства готового целлулоида.

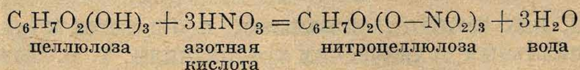
§ 32. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОЛЛОКСИЛИНА

Процесс изготовления коллоксилина в общих чертах может быть представлен следующей схемой:

1. *Предварительная подготовка хлопка*, которая заключается в том, что хлопок на *трепальных и чесальных машинах* разделяется на отдельные волокна,которые поступают дальше в *очистительные машины* и в *сушильные шкафы*.

В целях химической очистки хлопок подвергается обработке щелочами (бучение) и отбеливающими растворами.

2. *Нитрирование целлюлозы* производится в нитрационных центрофугах или нитраторах и состоит в том, что целлюлозу в течение 20—30 минут обрабатывают смесью азотной и серной кислот при определенной температуре. Во время нитрирования целлюлозы происходит примерно следующая химическая реакция:



$$C_6H_7O_2(OH)_3 + 3HNO_3 = C_6H_7O_2(O{-}NO_2)_3 + 3H_2O$$

целлюлоза — азотная кислота — нитроцеллюлоза — вода

Но можно провести реакцию нитрования и так, что количество групп NO_2 — остатков от азотной кислоты — будет меньше, чем в приведенном уравнении. Другими словами, азотная кислота и целлюлоза вступают между собой в химическую реакцию, давая в результате сложный азотный эфир целлюлозы. Полученный продукт нитрирования при помощи тех же центрофуг (после выпуска из них кислот) отжимается от остатков раствора и поступает в промывку.

3. *Промывка* производится сначала холодная, а затем горячая. Задача промывки заключается в том, чтобы полностью освободить нитроцеллюлозу от кислотной смеси, ибо от этого зависит ее стойкость.

В результате промывки получают белую (иногда слегка желтоватую) достаточно влажную массу — коллоксилин (нитроцеллюлозу), которая обладает способностью растворяться в спирто-эфирной смеси, ацетоне и других растворителях, тогда как в них обыкновенная клетчатка (хлопок) не растворима.

По техническим нормам для изготовления целлулоида нитроклетчатка

должна содержать всего 1—2% воды или же 25—30% чистого этилового спирта. При получении влажного (от остатков воды) коллоксилина кинопленочные фабрики перед пуском на производство основы либо сушат его, либо обезвоживают спиртом. Если же на кинопленочную фабрику поступит коллоксилин, влажный от спирта, то его непосредственно употребляют в производство, учитывая находящееся в нем количество спирта.

§ 33. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦЕЛЛУЛОИДНОЙ ОСНОВЫ КИНОПЛЕНКИ

Если раствор коллоксилина в смеси спирта и эфира вылить на зеркальную поверхность и дать ему высохнуть, то полученная пленка будет хрупкой и ломкой. Поэтому для изготовления гибкой целлулоидной основы для кинопленок берется не чистый раствор коллоксилина, а с добавлением пластификатора (8—15% камфары). Камфара придает изготовленному материалу гибкость, глянцевую поверхность, уменьшает его горючесть и делает более пластичным. В так называемом малоксерном цехе пленочной фабрики происходит растворение нитроцеллюлозы и смешивание ее с камфарой, т. е. происходит приготовление коллодиевого раствора. Для этого применяется нитроцеллюлоза, растворители (этиловый и метиловый спирт, эфир, ацетон, амилацетат и т. п.), пластификаторы (камфара), касторовое масло, противотускнители и др.

Процесс изготовления коллодиевого раствора, из которого в дальнейшем будет приготовлена основа, производится в герметически закрытых баках емкостью до 1000 *л*, в так называемых малоксерах, снабженных механическими мешалками. Полученный раствор тщательно перемешивается до тех пор, пока он не получит определенной вязкости.

Готовый коллодиевый раствор под давлением дважды пропускается сквозь специальные матерчатые фильтры и поступает в баки для отстаивания от пузырьков имеющегося в нем воздуха. В дальнейшем подогретый коллодиевый раствор по трубам поступает в так называемый троммельный цех, где происходит отливка целлулоидных лент для будущей кинопленки.

Современные машины для литья целлулоидных лент в основном (рис. 35) состоят из бесконечной ленты *C*, сделанной из тонкой отполированной медной или никелевой ленты, которая натянута через два равномерно вращающихся в одну и ту же сторону барабана *A* и *B*. Лента *C* обычно делается шириной около 0,7—1 *м* и длиной около 14 *м* и перед отливкой покрывается специальным «зеркальным слоем» (препарационом). Вся лента заключена внутри воздухонепроницаемого чехла *D* с застекленными стенками, который соединен с вентиляционной системой *K* и *M*.

Понятно, что в момент отливки целлулоидной ленты требуются особенные предосторожности, чтобы в нее не попала пыль или грязь, которая потом на экране даст дождь черных точек, пятен и прочих видов брака. Поэтому в троммель допускается через специальный трубопровод *K* абсолютно освобожденный от пыли и подогретый воздух. Для этого на некоторых кинопленочных фабриках существуют даже специальные сложные «фабрики воздуха».

Идущий на троммель подогретый воздух обдувает ленту *C* с нанесенным на нее жидким целлулоидом, высушивает его и через другой трубопровод

M уходит из троммеля и направляется на утильзавод, где из него восстанавливается (рекуперируется) до 80% испарившихся в троммеле растворителей (эфира, спирта и т. п.).

Отливная ленточная машина (троммель) имеет против центра барабана *A* соприкосновение бесконечной ленты с неподвижно закрепленным желобком (фильерой) *E*, подающим коллодиевый раствор на ленту *C*. Коллодиевый раствор к машине подается из соседнего цеха при помощи сжатого воздуха и выливается из фильеры через узкую щель постоянных размеров.

Ширина полива целлулоидной ленты (т. е. ширина щели фильеры) во избежание затеков за края металлической ленты *C* делается всегда несколько меньше ширины бесконечной ленты *C*.

От скорости движения ленты *C* и от температуры раствора (а, следовательно, и от его вязкости) будет зависеть и толщина слоя, наносимого на бесконечную ленту *C*. Технические условия требуют толщины целлулоидной пленки около 0,1 *мм* (между 0,12—0,14 *мм* с допуском всего до 0,0025 *мм*). В дальнейшем у изготовленной целлулоидной ленты одна из ее сторон покрывается специальным подслоем, обеспечивающим прочное прилипание эмульсии к целлулоиду, а другая—особым лаком, делающим ее поверхность еще более ровной и глянцевой. Рулоны готового целлулоида с троммелей поступают на склад, откуда идут на полив светочувствительной эмульсией.

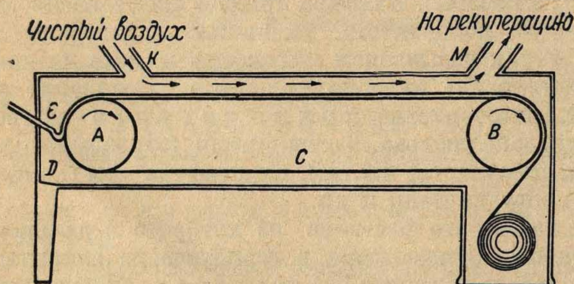


Рис. 35. Схема устройства поливочной машины

Целлулоидная лента крайне огнеопасна. Она может воспламениться не только от соприкосновения с огнем, но и при длительном нагреве ее свыше 100° С. Хорошая целлулоидная основа выдерживает нагрев до 100° С без изменений; при нагреве от 130 до 140°С начинают выделяться бурые пары, при 170—175° основа воспламеняется. Целлулоид горит быстро, с выделением большого количества тепла и газов; если сгорание совершилось в небольшом помещении, происходит взрыв.

Благодаря высокой температуре, развиваемой при горении, целлулоид представляет большую опасность. Тушить горящий целлулоид водой и обычными пенными огнетушителями нельзя. Для этого применим только песок и специальные сухие огнетушители. Поэтому неоднократно делались попытки заменить огнеопасный целлулоид другим, негорючим материалом. В настоящее время чаще всего «несгораемые» кинопленки изготовляются из ацетилцеллюлозы (продукт обработки хлопка ангидридом уксусной кислоты). Такие ацетатные пленки называются негорючими. Их горючесть не выше горючести бумаги.

Однако самые лучшие сорта негорючей пленки выдерживают в эксплоатации примерно не больше $^2/_3$ того, что выдерживает обыкновенная целлу-

лоидная пленка. Поэтому несмотря на пожарную опасность целлулоид до сих пор остается во всем мире основным материалом при изготовлении основы для кинопленки, предназначенной для кинопроизводства. В тех же случаях, когда кинопленка предназначается для неопытных работников или же условия ее эксплоатации будут представлять повышенную пожарную опасность, основу обязательно делают из ацетилцеллюлозы. У нас все узкие пленки (16-*мм*), предназначаемые для школ, клубов, колхозов и т. п., делаются только на ацетатной основе.

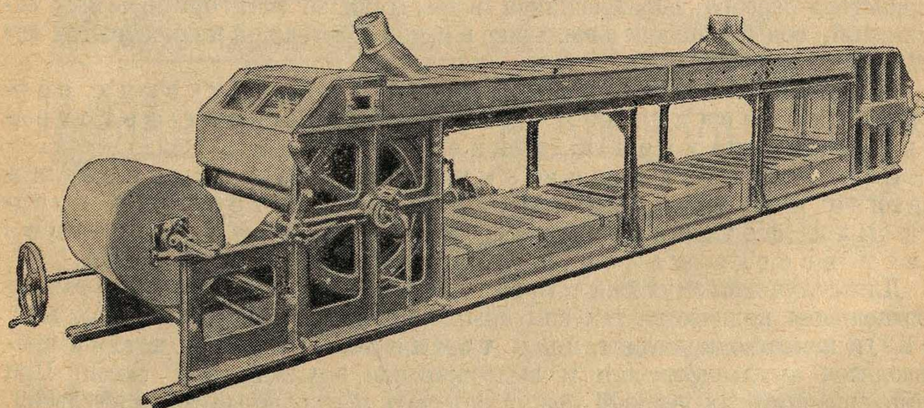


Рис. 36. Поливочная машина для литья целлулоидной основы кинопленки

§ 34. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СЛОЯ ЭМУЛЬСИИ КИНОПЛЕНКИ

Для приготовления светочувствительного слоя кроме дистиллированной воды и желатины определенного качества (так называемой фотографической желатины, имеющей определенную точку плавления и застывания, гигроскопичность, прозрачность растворов, отсутствие кислотности, отсутствие следов жира, остатков золы и т. п.) требуются еще следующие основные материалы:

Азотнокислое серебро ($AgNO_3$), представляющее собой бесцветную соль, легко растворимую в воде и единственно применяемую для приготовления галоидных светочувствительных слоев. Оно получается путем растворения химически чистого металлического серебра[1] в азотной кислоте.

Бромистый калий (KBr), так же как и иодистый калий, представляющий на вид бесцветную соль, легко растворимую в воде, является продуктом калийного производства.

Для производства кинопленки применяют только химически чистые препараты, так как от этого зависит качество будущей эмульсии.

Для получения светочувствительного бромистого или иодистого серебра достаточно соединить растворы $AgNO_3$ с растворами KBr и KJ, которые тоже хорошо растворимы в воде. Полученное же в результате реакции

[1] Одни только заводы «Кодак» в год потребляли до 200 000 *кг* или около 10% от общей добычи серебра в США.

обменного разложения бромистое и иодистое серебро *в воде не растворимо*. Поэтому указанную реакцию производят *в водном растворе желатины*; тогда образовавшееся галоидное серебро вследствие защитных свойств желатины не выпадет в осадок, а распределится по всему объему в чрезвычайно мелкораздробленном состоянии. Роль желатины не ограничивается только ролью защитного коллоида. Исследования Шеппарда показали, что высокая светочувствительность эмульсии зависит от включения в зерна-кристаллы галоидного серебра зародышей сернистого серебра, образующихся в эмульсии за счет органических соединений, содержащихся в желатине в самой ничтожной концентрации (от 1:1 000 000 до 1:300 000).

В зависимости от наличия органических сернистых соединений желатина бывает фотографически активна или инертна.

При изготовлении эмульсии на активной желатине получается высокочувствительная пленка или фотопластинка; инертная же желатина дает всегда малочувствительные эмульсии.

Для получения эмульсии того или иного качества играет роль не только соотношение количества тех или иных химических веществ ($AgNO_3$, KBr и KJ) и качество желатины, но и *температура*, при которой производится эмульсификация и выдерживание эмульсионной смеси. При варьировании этих условий можно получать и различные сорта эмульсии.

Весь процесс изготовления эмульсии для кинопленки распадается на следующие основные этапы:

Заготовка растворов производится в специальных баках. В одном сосуде приготовляется водный раствор желатины, к которому затем добавляется и тщательно размешивается водный раствор бромистого калия (KBr). В другом сосуде растворяется азотнокислое серебро ($AgNO_3$). Если применяют иодистый калий (KJ), то его добавляют к раствору желатины. Отдельно растворяются и другие химикалии, входящие в рецепт (например, оптические сенсибилизаторы), и вещества, дезинфицирующие желатину, т. е. предохраняющие ее от загнивания.

В подогретый до температуры 50°С водно-желатиновый раствор с бромистым и иодистым калием при энергичном равномерном промешивании его небольшими порциями (тонкой струей) вливается водный раствор азотнокислой соли серебра.

При *смешении* происходит типичная реакция обменного разложения между азотнокислым серебром и бромистым и иодистым калием.



Полученная таким образом эмульсия практически еще малоценна потому, что ее светочувствительность не велика. Для того *чтобы повысить светочувствительность нашей эмульсии*, ее выдерживают при температуре около 50°С в течение 80—100 минут,

причем в это время происходит так называемый процесс первого созревания, во время которого зерна галоидного серебра увеличиваются в размерах, повышая тем самым светочувствительность эмульсии.

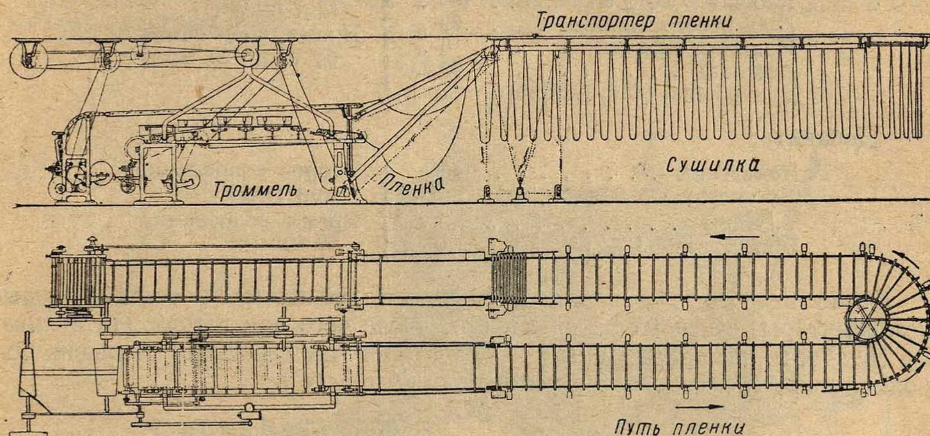


Рис. 37. Поливочная машина и сушилка для кинопленки

По профессору Оствальду этот рост зерен происходит за счет растворения мелких зерен бромистого серебра и осаждения последнего из насыщенного раствора на более крупных зернах.

Когда созревание эмульсии закончено, ее охлаждают и она застывает в виде студня. После продавливания через пресса с ситами («макароны») ее подвергают промывке в проточной воде, которая растворяет и уносит с собой имеющиеся в эмульсии примеси: азотнокислый калий (KNO_3) и другие вещества, являющиеся ненужными и вредными примесями. Готовая эмульсия после соответствующих испытаний снова расплавляется, соединяется с дополнительными порциями желатины, сенсибилизаторов, дубящих веществ (квасцы), дезинфицирующих и т. п. Ей дают еще раз созреть (так называемое второе созревание) и в расплавленном виде эмульсия поступает на поливочные машины (рис. 37—38). На них широкая целлулоидная лента поливается тонким слоем эмульсии, которая охлаждается, чтобы застудениться, и дальше поступает в длинные сушильные залы на специальных транспортерах.

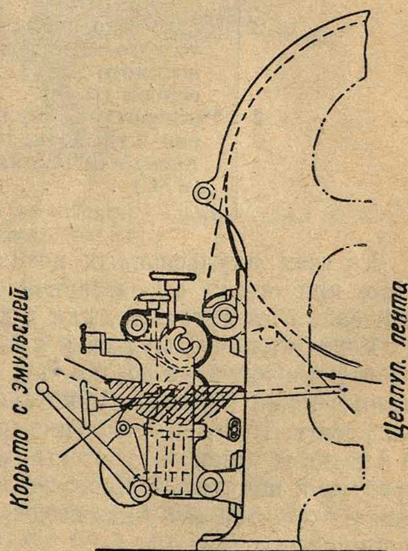


Рис. 38. Деталь для нанесения светочувствительного слоя (эмульсии)

Для образца приводим рецепт обыкновенной кинонегативной эмульсии.

Воды	1 *л*	Первое созревание при t=48°С Время созревания от 70 до 95 минут
Желатины	150 *г*	
Азотнокислого серебра . .	100 „	
Бромистого калия	90 „	
Иодистого калия	6 „	
Аммиака	80 *см*^{3}	
Эритрозина (42% раствор)	8 „	

Добавить:

Желатины	40 *г*	Второе созревание при t=45°С Время созревания 30 минут
Бромистого калия (10% раствор)	2,5 *см*^{3}	
Эритрозина ($^1/_2$% раствор)	2,0 „	

После второго созревания к эмульсии добавляются стабилизаторы, дезинфекторы, сенсибилизаторы и пр., после чего она готова для полива.

В табл. 9 приводим данные об ориентировочном расходе эмульсии при поливе кино- и фотопленки и условия ее полива (t°).

Таблица 9

№ п/п		Позитивная кинопленка	Негативная кинопленка	Фотопленка
1	Количество эмульсии, наносимой на 1 *м*^{2} основы (в *г*)	140—200	270—320	270—320
2	Количество металлического серебра, наносимого на 1 *м*^{2} основы (в *г*)	5,5	10	11,5
3	Температура эмульсии в ванночке поливочной машины (в ° С)	34—37	34—33	34—37

Во всех эмульсионных цехах работа производится при неактиничном свете при строго определенной температуре и влажности воздуха и без малейшего присутствия пыли и других загрязнителей в нем.

Когда политая эмульсией пленка высохла, она направляется в визитажное отделение, где ее просматривают и отмечают все бракованные места (бракераж), которые в дальнейшем надо будет вырезать и выбросить. После этого пленка поступает на специальные резальные машины (рис. 39), которые разрезают широкую пленку на ряд лент требуемой ширины. В настоящее время кроме стандартной пленки с шириной в 35—34,9 *мм* у нас введена еще нормальная узкая пленка шириной в 16 *мм*.

Чтобы обеспечить свободное прохождение пленки через различные киноаппараты, резка ее производится с точностью до 0,001 *мм*. После этого из разрезанных роликов пленки выбрасываются все бракованные места,

она склеивается и перфорируется. Специальные перфорационные машины пробивают отверстия перфорации на пленке с точностью до 0,001 *мм* и обладают скоростью работы около 180 *м/час*. После перфорирования, если надо, пленка светом маркируется по краям перфорации и тщательно упаковывается.

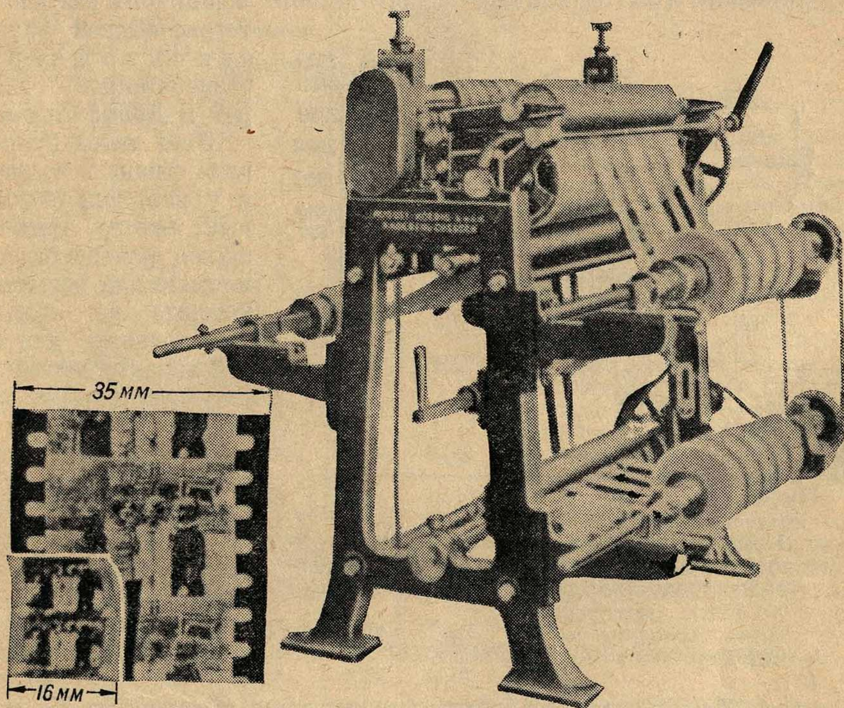


Рис. 39. Машина для резки кинопленки. Слева внизу — нормальная 35-*мм* пленка и узкая пленка 16-*мм*

Пленка боится света, огня, сырости и пыли. Поэтому ее обычно сначала заворачивают в красную парафинированную бумагу, затем в плотную черную бумагу и упаковывают в металлическую коробку, которую заклеивают липкой лентой. Все это предохраняет пленку от сырости, пыли и света.

Хранить пленку надо в темном, сухом и прохладном месте. Самые благоприятные условия для хранения пленки: температура около 15—20°С и нормальная влажность (60—70% относительной влажности). Для сохранности качества пленки важно отсутствие резких колебаний в температуре и влажности того помещения, в котором хранится пленка.

§ 35. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО СЛОЯ ПЛЕНКИ

Каждого киноработника должны интересовать фотографические свойства пленки, на которой он собирается производить съемку или печать, так как от этих свойств зависит конечный результат фотографического процесса. Количественное определение фотографических свойств светочувствительного слоя составляет задачу особого обширного раздела фотографической науки — сенситометрии, разработанной Хертером и Дриффильдом.

Этот метод принят в ряде стран, в частности и у нас, как стандартный, вместо применявшихся раньше сенситометрических испытаний, которые не являлись достаточными для полной характеристики светочувствительного слоя. Однако ряд стран все еще продолжает обозначать чувствительность фотографических слоев по другим системам («Дин», «Вестон», «Шейнер»), почему мы и даем табл. 10 и номограмму для перевода показаний чувствительности пленки по разным системам (рис. 40).

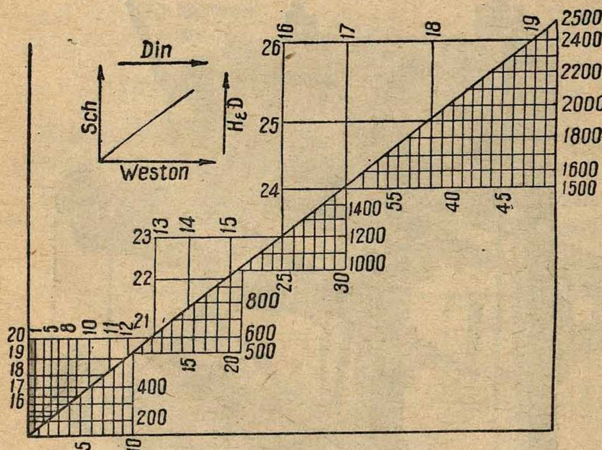


Рис. 40. Номограмма для перевода показаний чувствительности пленки в градусах Хертера и Дриффильда (H&D) в градусах Шейнера (Sch) Вестон и Дин

Система Хертера и Дриффильда (сокращенное обозначение Х. и Д.) принята в основу стандартной системы сенситометрии на Международном конгрессе по фото и кино в Париже в 1925 г. С 1929 г. она принята и у нас. В системе Х. и Д. определение светочувствительности фотографического материала основывается на так называемом построении характеристической кривой, выражающей зависимость между экспозицией (количеством освещения H) и вызванным ею почернением слоя после проявления в стандартном проявителе в течение определенного времени и в определенных условиях. Для измерения степени почернения слоя применяют оптический метод.

С 1 января 1934 г. в СССР введены следующие стандартные обозначения (ОСТ 6175) сенситометрических величин и их определения (табл. 11).

Из приведенных в табл. 11 стандартов определений[1], основанных на результатах научных исследований в данной области, видно, что между оптической непрозрачностью эмульсионного слоя (его коэфициентом по-

---

[1] Определения количества освещения (экспозиции), освещенности E, времени освещения (выдержки) t были даны ранее на стр. 63.

Таблица 10

Относительная чувствительность пленки при различных обозначениях ее чувствительности S и изменение времени t экспозиции для сохранения постоянства $H=St$

Обозначение чувствительности пленки в условных градусах по системе: Хертера и Дриффильда (Х. и Д.)	Шейнера (Sch)	Вестон (Weston)	Относительная чувствительность	Относительная величина времени t экспозиции (выдержка)	Примечания
159	14	3	0,18	5,32	1. В данной таблице за единицу для сравнения взята чувствительность негативной пленки, применяемой на кинопроизводстве ($S=$ =800°, Х. и Д.=21°, Sch=16° Weston). 2. Для определения, во сколько раз одна пленка чувствительнее другой, необходимо взять отношение их относительных чувствительностей или соответствующих им относительных величин t экспозиции. 3. Для определения, во сколько раз нужно изменить выдержку t экспозиции при перемене данных светочувствительности негативного материала, надо взять отношение соответствующих им значений относительной величины времени t экспозиции. 4. Чувствительность по Хертеру и Дриффильду определена при основании 34.
200	15	4	0,23	4,26	
252	16	5	0,29	3,36	
318	17	6	0,38	2,64	
400	18	8	0,48	2,07	
504	19	10	0,61	1,62	
635	20	12	0,78	1,27	
800	21	16	1,00	1,00	
1000	22	20	1,27	0,78	
1270	23	24	1,62	0,61	
1600	24	32	2,07	0,48	
2020	25	40	2,64	0,38	
2540	26	50	3,36	0,29	
3200	27	64	4,26	0,23	

темнения O) с проявленным металлическим серебром и количеством обусловливающего эту непрозрачность почернения зерен металлического серебра существует строго определенная зависимость, выражающаяся основным законом сенситометрии:

Оптическая плотность есть логарифм (lg) непрозрачности, т. е.

$$D = \lg O,$$

причем под непрозрачностью O понимается отношение светового потока F_0, упавшего на пластинку, к световому потоку F, прошедшему через нее. Таким образом можно написать: непрозрачность $O = \frac{F_0}{F}$, откуда: оптическая плотность $D = \lg$ непрозрачности O;

Таблица 11

Стандарты обозначений сенситометрических величин и их определения

Наименования	Обозначения	Определения
Коэфициент пропускания (прозрачность)	T	Коэфициент пропускания есть отношение светового потока, прошедшего через обработанный фотографический слой на прозрачной подложке, к световому потоку, падающему на данный слой: $$T=\frac{F}{F_0},$$ где F — световой поток, прошедший через слой, F_0 — световой поток, падающий на данный слой.
Коэфициент потемнения (непрозрачность)	O	Коэфициент потемнения есть обратная величина коэфициенту пропускания (прозрачности) $$O=\frac{1}{T}.$$
Оптическая плотность (диффузная оптическая плотность)	D	Оптическая плотность обработанного фотографического слоя на прозрачной подложке есть десятичный логарифм коэфициента потемнения (непрозрачности).
Плотность вуали	D_0	Плотность вуали обработанного фотографического слоя на прозрачной подложке есть плотность на участке слоя, не подвергавшемся действию света.
Светочувствительность фотографического слоя	S	Светочувствительность фотографического слоя есть количество металлического серебра (или другого вещества), выделяющегося после соответствующей обработки на единицу площади при действии на нее единицы количества освещения (единицы экспозиции) $$S=\frac{C}{H},$$ где C — количество металлического серебра на единицу площади.
		Примечание. Светочувствительность фотографического слоя определяется отношением количеств освещения (экспозиций), вызывающих одинаковый фотографический эффект на некотором слое, светочувствительность которого принята за единицу, и на испытуемом слое: $$S=\frac{H_0}{H},$$ где H_0 принимается за постоянную.

$$O = \lg \frac{\text{световой поток, упавший на слой}}{\text{световой поток, прошедший сквозь слой}}$$

или

$$D = \lg O = \lg \frac{F_0}{F}.$$

Так, если непрозрачность слоя (коэфициент потемнения) $O=10$, то плотность $D=\lg 10=1$. Применение вместо непрозрачностей их логарифмов (плотностей) не меняет сущности дела, но представляет большие практические удобства.

Сенситометр Х. и Д. состоит из рамки, в которую закладывается испытуемый кусок пленки или пластинка из расположенного вблизи нее вращающегося диска с вырезами (щелями), и из источника света силой точно в одну свечу, т. е. $C=1$, удаленного от испытуемого слоя ровно на 1 *м*

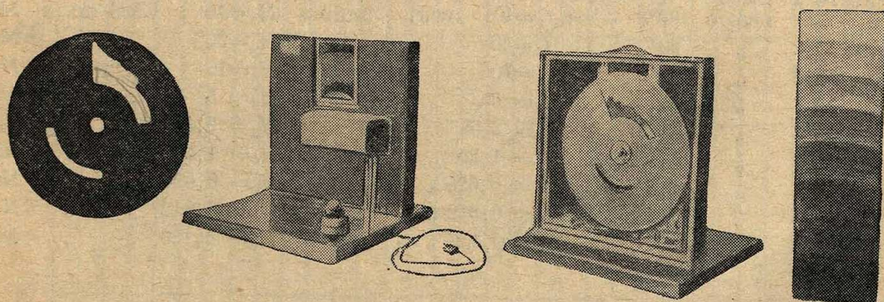


Рис. 41. Сенситометр Хертера и Дриффильда: слева — конструкция его диска; справа — образец полученной на нем сенситограммы

(т. е. $M=1$) (рис. 41). В качестве источника света берется так называемый стандартный источник дневного света, представляющий специальную электрическую лампочку с соответствующим компенсационным светофильтром.

Равномерно вращающийся диск имеет расположенные друг над другом щели одинаковой высоты, но различной ширины, образующие ступенчатую прорезь. Наибольший вырез в диске равен 180° (из чисто конструктивных соображений его разбивают на две щели по 90°, расположенных диаметрально противоположно на одной окружности). Каждая соседняя прорезь по своим угловым размерам в два раза меньше, чем предыдущая. Благодаря этому при равномерном вращении диска во время испытания разные участки исследуемого эмульсионного слоя получат разные количества освещения (разные экспозиции).

Во время испытания свет падает на вращающийся диск в течение определенного времени (например, 80 сек.), после чего тушат свет и проявляют пленку в стандартном парааминофеноловом проявителе:

Парааминофенола солянокислого	7,275 *г*
Сульфита безводного	50 *г*
Соды безводной	50 *г*
Воды до объема	1000 *см*³

при $t=20°$С в течение определенного времени. После фиксирования, промывки и сушки получим сенситограмму, представляющую собой негатив с девятью (по количеству щелей в диске) полями различной степени непрозрачности, так как каждое из них получило различное количество освещения.

Помещаемая ниже табл. 12 приводит величины экспозиции для различных участков испытуемой пленки.

Таблица 12

Время освещения *t* и количество освещения *H* (экспозиция) в сенситометре Х. и Д.

Щель № 1	имеет вырез	180°,	что дает	$t_1=40$	сек.	и экспозицию	$H_1=40$	CMS	для поля	№ 1
Щель № 2	„	90°,	„	$t_2=20$	„	„	$H_2=20$	„	„	№ 2
Щель № 3	„	45°,	„	$t_3=10$	„	„	$H_3=10$	„	„	№ 3
Щель № 4	„	22,5°,	„	$t_4=5$	„	„	$H_4=5$	„	„	№ 4
Щель № 5	„	11,2°,	„	$t_5=2{,}5$	„	„	$H_5=2{,}5$	„	„	№ 5
Щель № 6	„	5,6°,	„	$t_6=1{,}25$	„	„	$H_6=1{,}25$	„	„	№ 6
Щель № 7	„	2,8°,	„	$t_7=0{,}625$	„	„	$H_7=0{,}625$	„	„	№ 7
Щель № 8	„	1,4°,	„	$t_8=0{,}312$	„	„	$H_8=0{,}312$	„	„	№ 8
Щель № 9	„	0,7°,	„	$t_9=0{,}156$	„	„	$H_9=0{,}156$	„	„	№ 9

Определив на специальном приборе (денситометре или фотометре) непрозрачность каждого из этих девяти полей сенситограммы и беря в дальнейшем их логарифмы, получим девять пар взаимно связанных величин: экспозиций H и оптических плотностей D, соответствующих различным полям испытуемой пленки.

Предположим, что после испытания какой-то пленки мы нашли следующие значения плотностей ее девяти полей сенситограммы: 0,20; 0,24; 0,44; 0,74; 1,04, 1,34; 1,64; 1,8 и 1,9. Кстати укажем, что максимальная оптическая плотность изображения обычно не превышает трех ($3=lg\ 1000$), так как в данном случае такой слой пропускает сквозь себя всего $\frac{1}{1000}$ часть упавшего на него светового потока и практически его можно считать абсолютно непрозрачным.

Для построения характеристической кривой по Х. и Д. берется система прямоугольных координат, где по горизонтальной оси (оси абсцисс) в определенном масштабе отложены экспозиции CMS (в свечах-метрах-секундах), а по вертикальной оси (на оси ординат)— оптические плотности D, т. е. lg непрозрачностей O. На стандартных бланках шкала экспозиций обычно наносится в логарифмическом масштабе. Масштаб для обеих осей берется такой, чтобы отрезок, соответствующий единице оптической плотности, равнялся бы отрезку, соответствующему единице логарифмов экспозиций.

Нанеся на такую систему координат все девять точек, соответствующих девяти полям сенситограммы (точка D, соответствующая полю № 1, имеет

экспозицию $H_1=40$ CMS и плотность $D_1=1,9$; следующая точка № 2 имеет экспозицию $H_2=20$ CMS и плотность $D_2=1,8$; точка C поля № 3 имеет экспозицию $H_3=10$ и плотность $D_3=1,64$ и т. д.), и, соединив их между собой плавной кривой, получаем характеристическую кривую $ABCD$ или кривую почернения для данной эмульсии (рис. 42).

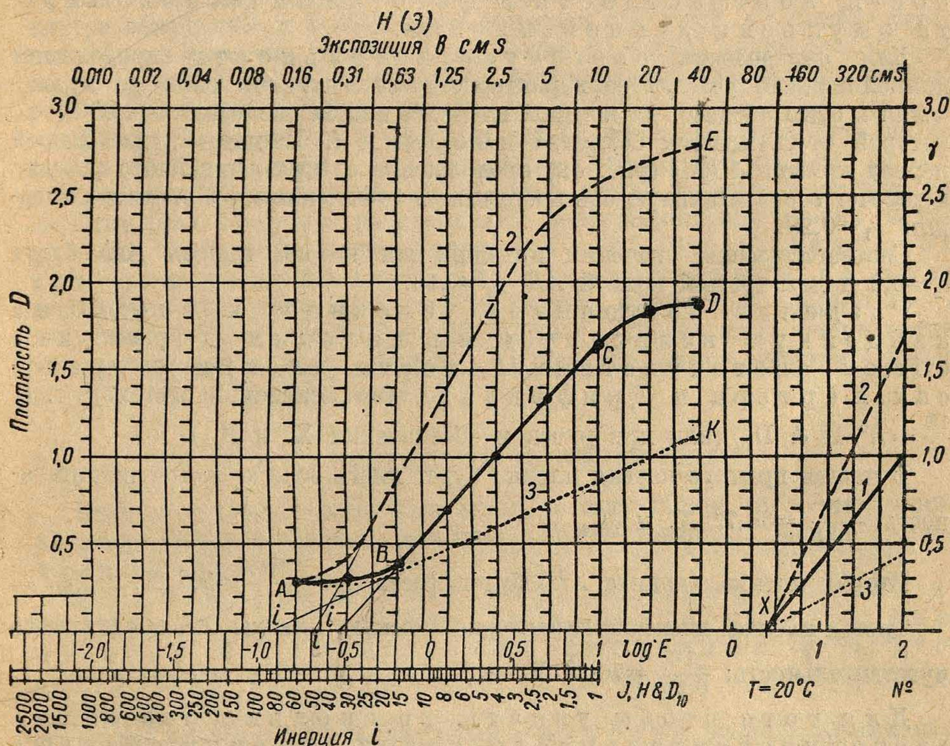


Рис. 42. Характеристическая кривая Хертера и Дриффильда

Исследуя эту кривую, мы видим, что ее можно разбить на три участка:

1) На криволинейный участок AB, где наблюдается известное отставание увеличения плотности D по сравнению с ростом экспозиции H (E). Этот участок называется областью недодержек.

2) На прямолинейный участок BC, где величины плотности D растут пропорционально увеличению логарифмов экспозиций. Эта прямолинейная часть BC кривой $ABCD$ называется областью нормальных экспозиций.

3) На криволинейный участок CD, где рост плотностей D опять начинает отставать от роста соответствующих им экспозиций H (E). Этот участок CD называется областью передержек.

§ 36. ЧТЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Самым важным для характеристики качеств эмульсии пленки или пластинки является прямолинейный участок *BC* характеристической кривой, т. е. ее область нормальных экспозиций. По нему определяются: светочувствительность, контрастность и фотографическая широта эмульсии данной пленки.

Для определения светочувствительности продолжают прямолинейный участок ее характеристической кривой вниз до пересечения с осью абсцисс, на которой нанесена шкала экспозиций в CMS, по которой отсчитывается величина инерции i. Например, для нашей первой кривой *ABCD* (рис. 42) продолжение ее прямолинейного участка пересечет горизонтальную ось координат в точке, имеющей значение инерции $i_1=0,28$.

Соответствующие значения инерций: для второй кривой *AE* будут $i_2=0,2$ и для третьей кривой *AK* $i_3=0,13$.

Разделив постоянное условное число 10 на найденную величину i, мы находим выражение общей светочувствительности пленки в градусах Хертера и Дриффильда (по десятичной системе)[1], т. е. $\frac{10}{i}=S°$ H & D_{10} (или при русском обозначении Х. и $Д_{10}$).

В нашем примере первая пленка будет иметь общую светочувствительность: $\frac{10}{0,28}=35,7°$ Х. и $Д_{10}$.

Вторая пленка (кривая *AE*) будет иметь $S=\frac{10}{0,2}=50°$ Х. и $Д_{10}$.

Третья пленка, имеющая характеристическую кривую *AK*, будет иметь чувствительность: $\frac{10}{0,13}=76,9°$ Х. и $Д_{10}$.

Для того чтобы узнать, во сколько раз общая светочувствительность одной пленки больше или меньше другой, нужно взять отношение их чувствительностей, выраженных в градусах Х и Д. Например, светочувствительность первой пленки (кривая *ABCD*) будет примерно в полтора раза $\left(\frac{50}{35,7}=1,4\right)$ меньше, чем у второй пленки (кривая *AE*) и приближенно в два раза меньше $\left(\frac{76,9}{35,17}=2,1\right)$, чем у третьей пленки (кривая *AK*).

Чем больше светочувствительность эмульсии негативной пленки, тем с меньшим количеством света можно производить киносъемки. Это

[1] Раньше в системе H & D брали за константу не 10, а 34 и применяли другой источник света при испытаниях (лампу Гефнера и Альтенека, а не электрическую лампочку так называемого дневного света). Поэтому старые показания (при 34) будут не в 3—4 раза больше новых, а примерно всего в 1,5—2 раза.—*Н. А.*

имеет на кинопроизводстве большое значение не только с точки зрения экономики (меньший расход электроэнергии, меньшее количество осветительной аппаратуры и осветителей на единицу снимаемой площади), но и в творческом порядке. Изготовление кинопленок с высокочувствительными эмульсиями расширило круг съемочных возможностей, облегчило игру актеров (избавив их от слепящего света) и позволило достигать на фотографиях более мягкой градации тонов.

Благодаря высокочувствительным пленкам сейчас можно снимать и внутри помещений, и в пасмурную погоду, и под водой, и в ранние утренние часы, и вечером, расширяя тем самым не только количество возможных к съемке объектов без подсветки искусственным светом, но и границы рабочего дня при натурной съемке.

Выше уже говорилось о значении для кинопроизводственников вообще (а для кинохроникеров — в особенности) светосильной оптики. Но при пользовании светосильными объективами всегда бывают известные недостатки (малая глубина резкости поля изображения при прочих равных условиях, большое влияние аберраций и т. п.). Высокочувствительная кинопленка этих недостатков не дает, и поэтому в настоящее время во всех странах идет упорная борьба за создание особочувствительных сортов пленки. (Современные американские кинонегативные пленки «Дюпон», «Супер-XX» имеют чувствительность до 4 000° Х. и Д. и больше.)

§ 37. КОНТРАСТНОСТЬ КИНОПЛЕНКИ

Вторым основным качеством светочувствительного слоя кинопленки, имеющим большое значение для кинопроизводственников, является контрастность.

Под контрастностью эмульсии кинопленки мы понимаем ее способность передавать на снимке разницу в освещенности снимаемых объектов с большей или меньшей градацией промежуточных полутонов.

У контрастной эмульсии разность между самыми светлыми и самыми темными местами снимка велика и мало промежуточных полутонов. У контрастных эмульсий прямолинейный участок их характеристической кривой всегда имеет угол наклона к оси абсцисс больше 45° (на рис. 42 самой контрастной является пленка № 2).

У пленок с нормальной контрастностью, т. е. таких, которые наиболее правильно передают соотношение различных яркостей освещения снимаемых объектов, угол наклона прямолинейного участка характеристической кривой с горизонтальной осью должен быть равен 45°.

Если у проявленной пленки самые плотные места будут мало отличаться от самых прозрачных, то такую пленку называют вялой или мягкой. У таких эмульсий угол наклона прямолинейного участка характеристических кривых всегда будет меньше 45° (например, наша пленка № 3 — самая мягкая).

Если взять несколько одинаково проэкспонированных на сенситометре Хертера и Дриффильда кусочков одной и той же пленки и про-

являть их в одном и том же проявителе, но различное время, а затем для каждой сенситограммы построить характеристическую кривую, то получим семейство кривых для данной эмульсии, подобное изображенному на рис. 43 — слева. На нем даны характеристические кривые для одной и той же эмульсии пленки в результате проявки ее сенситограмм в течение 2 мин.; 3 мин. 30 сек.; 5 мин. 30 сек.; 7 мин. и 9 мин.

Анализируя их, мы видим, что коэфициент контрастности γ для одной и той же эмульсии пленки не является величиной постоянной, а зависит от времени проявления в данном проявителе (зависит он и от состава проявителя, но об этом — в другом месте). Увеличение времени проявления влечет за собой в известных границах и увеличение контрастности. Поэтому, когда определяют коэфициент контрастности эмульсии данной пленки, то указывают, при каком времени проявления в стандартном проявителе он был определен, обозначая знаком γ_t.

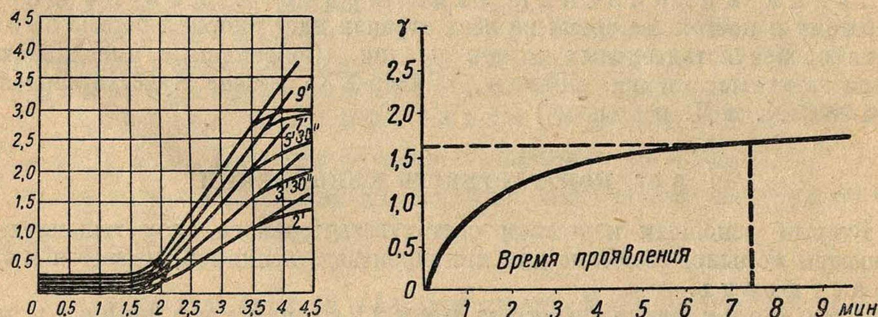


Рис. 43. Изменение коэфициента контрастности эмульсии пленки в зависимости от времени проявления

Оказывается, что увеличение коэфициента контрастности эмульсии пленки обычно довольно быстро достигает своего максимума. На рис. 43 (справа) показана кривая изменения коэфициента контрастности γ в зависимости от времени проявления t. На ней видно, что для данной эмульсии примерно через $7^1/_2$ мин. проявления в стандартном проявителе наступает максимальное практическое значение $\gamma = 1{,}6$.

Наибольшее значение γ, которое может быть получено на данной эмульсии при данном рецепте проявителя, называют максимальным коэфициентом контрастности и обычно обозначают — γ_{max}.

При сенситометрических испытаниях пленки обычно даются значения γ_t при $t = 8$ мин.

Так как коэфициент контрастности является величиной, зависящей от времени проявления и от состава проявителя, его обычно называют фактором проявления.

Фактор проявления при одинаковом масштабе оси абсцисс и ординат

характеристической кривой принято определять не по углу наклона прямолинейного участка, а по тангенсу его. Для этого из постоянной точки X (рис. 42) на оси абсцисс (X—2=2—1,0) проводят линию, параллельную прямолинейному участку характеристической кривой (у нас линия *1* параллельна BC; линия *2* параллельна прямолинейному участку кривой AE; линия *3* параллельна кривой AK), до пересечения с масштабом фактора проявления, масштаб которого равен масштабу плотностей. Тогда коэфициент контрастности эмульсии № 1 будет равен единице, т. е. она будет нормальной, так как единица есть tg 45°.

Запомним: если коэфициент контрастности γ равен единице, то эмульсия обладает нормальной контрастностью. Если числовое выражение γ контрастности больше единицы (например 1,7, как мы имеем для пленки № 2), то пленка будет контрастной, а если меньше единицы (например пленка № 3 с $\gamma = 0{,}48$) — мягкой[1].

На съемках подбор негативного материала по его контрастности должен быть подчинен целевой художественной и стилевой установке снимаемой вещи и должен вытекать из ее содержания.

Но иногда характер освещения тех или иных сцен не оправдывается их внутренним содержанием (что особенно часто случается во время натурных съемок при свете солнца). Тогда умелым подбором пленки по ее контрастности можно добиться желаемого эффекта. При съемке контрастно освещенных объектов (жесткий свет) нужно брать более мягкую пленку (с $\gamma < 1$) или снимать с передержкой и проявлять быстро. При съемке же вяло освещенных или однотонных объектов следует брать более контрастную пленку (с $\gamma > 1$). Можно снять одну и ту же сцену на разных по контрастности пленках и получить весьма различные результаты в передаче образа.

В тесной связи с контрастностью находится и еще одно качество светочувствительного слоя — фотографическая широта светочувствительного слоя.

Фотографическая широта светочувствительного слоя есть разность логарифмов экспозиций, соответствующих концу и началу прямолинейного участка характеристической кривой.

Фотографическая широта имеет важное значение при передаче яркостей объекта съемок.

Фотографическая широта раньше определялась отношением экспозиций (CMS), соответствующих концу прямолинейного участка характеристической кривой (например точка C кривой № 1, у которой CMS = 10), к экспозиции, соответствующей началу этого прямолинейного участка (для нашей кривой № 1 точке B соответствует CMS = 0,625), т. е. для пленки № 1 фотографическая широта эмульсии L будет равна:

$$\frac{10}{0{,}625} = 16.$$

---

[1] В настоящее время нормальной контрастностью кинопленки у нас считают $\gamma = 07$, а пленку с $\gamma = 1$ уже считают контрастной. — *Н. А.*

Для пленки № 2 фотографическая широта будет всего $\frac{4}{0,4} = 10$.

Фотографическую широту светочувствительного слоя принято обозначать буквой L.

Чем большей фотографической широтой обладает эмульсия данной пленки, тем лучше и легче на ней работать, так как она будет позволять снимать самые различные по характеру освещения объекты. Ошибки в экспозиции при съемке на такой плёнке не будут вызывать получения неправильного негатива, так как контрастность снимка во всех его частях (и в светлых и в темных) останется постоянной, а будет меняться лишь его плотность. В современных негативных пленках фотографическая широта эмульсии обычно равна 256 и больше. Для съемки однотонных объектов, у которых разница между самыми светлыми и самыми темными частями не велика, можно брать пленку с малой фотографической широтой; для съемки объектов с большой разницей в освещенности в самых светлых и темных частях нужно брать пленку только с большой широтой. Всегда выгоднее работать на пленке с большой L.

§ 38. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ СВОЙСТВ ЭМУЛЬСИИ КИНОПЛЕНКИ

Кроме общей светочувствительности, коэфициента контрастности и фотографической широты эмульсии каждая кинопленка характеризуется еще цветочувствительностью, разрешающей способностью и зернистостью.

Цветочувствительностью (не смешивать со светочувствительностью) называют способность данной эмульсии изменяться под действием световых лучей того или иного цвета (длины волны), что для практики съемок играет решающую роль. Светочувствительное бромистое и иодистое серебро, как было указано ранее, обладает избирательным поглощением голубых, синих и фиолетовых лучей спектра. Это значит, что именно эти лучи сильнее всего действуют на фотографический светочувствительный слой пленки и вызывают на негативе максимальное почернение (эти места на позитиве будут наиболее светлыми). Желтые и зеленые, оранжевые и красные лучи бромистое серебро практически не поглощает; эти цвета на негативе выйдут светлыми, а на позитиве — темными.

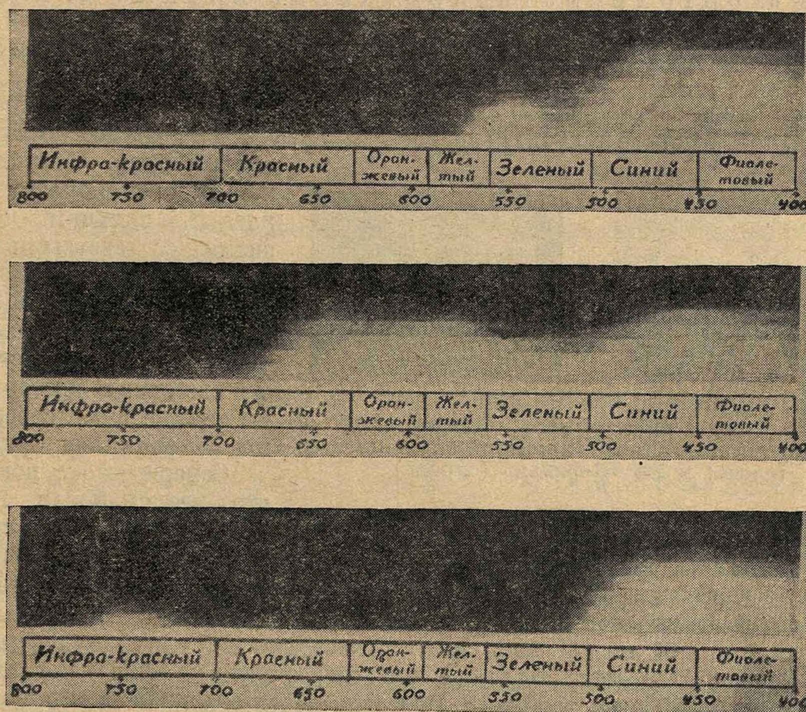
Поэтому при съемке многоцветных объектов на обыкновенную эмульсию кинопленки или фотопластинки получается искажение передачи относительной светлости тех или иных цветов (в черно-белой гамме снимка) по сравнению с визуальным восприятием.

Применяя оптические сенсибилизаторы, путем добавления их к эмульсии можно использовать лучистую энергию и тех цветных лучей, которые непосредственно бромистым и иодистым серебром не поглощаются.

Эмульсии, дополнительно очувствленные к желтым и зеленым лучам, называются ортохроматическими; эмульсии, до-

полнительно очувствленные еще и к красным и к оранжевым лучам, называются панхроматическими.

Определяется цветочувствительность эмульсии пленки или путем съемки специальных цветных таблиц, содержащих все основные цвета спектра, или же путем получения спектрограммы. Спектрограмма представляет собой ряд снимков спектра и шкалы соответствующих длин волн на испытуемой пленке, расположенных друг над другом и произведенных с различной экспозицией; каждый соседний снимок имеет экспозицию меньшую, чем предыдущая, например, в два раза.



Длина волны в $m\mu$

Рис. 44. Спектрограммы различных сортов пленки: сверху — ортохроматической; в центре — панхроматической; внизу — «R-фильм»

Высота светлой части (на позитиве) спектрограммы, соответствующая лучам того или иного цвета, говорит о степени чувствительности данного сорта эмульсии к этим лучам.

Чем она выше, тем выше будет и чувствительность пленки к данным лучам.

Иногда, измеряя плотность отдельных полей для каждого из основных цветов (к красным, желтым и синим лучам), для них строятся кривые, дающие полную картину цветочувствительности данного сорта

пленки. На рис. 44 показаны образцы наиболее характерных спектрограмм для ортохроматической пленки, для панхроматической и для специального сорта «R-фильм», очувствленного к невидимым глазом инфракрасным лучам.

Одни и те же снимаемые цветные объекты на экране будут выглядеть по-разному, если их снимать на разных сортах пленки, в особенности, если мы сочетаем цветочувствительность ее с применяемыми при съемке светофильтрами.

Если, например, снять *весеннюю зелень* на *простой* пленке, то она выйдет *темной, мрачной*. Но если ту же *зелень* снимем на *ортохроматизированной пленке* (т. е. сильно очувствленной к зеленым и желтым лучам), то на позитиве она *выйдет светлосерой*; это придаст снимку *радостный, весенний характер*.

Если снять светлокрасное (алое) знамя с желтыми буквами на простой пленке, то на снимке получится черное знамя с едва различимыми контурами темных букв. Снимая его же на ортохроматической пленке, получим черное знамя со светлыми буквами. И только при съемке на панхроматической пленке получим наиболее правильную передачу светлости различных цветов, т. е. на снимке будет серое знамя со светлыми буквами.

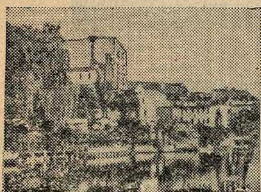



Рис. 45. Одни и те же объекты, снятые в одно и то же время дня на ортохроматическую пленку (слева) и на «R-фильм» (справа)

Совершенно понятно, что первомайская демонстрация, в которой всегда преобладают радостные красные цвета, снятая на простую или ортохроматическую пленку, будет выглядеть более мрачно (красное получится черным), чем при съемке на панхроматическую пленку, на которой все красное выйдет более светлым (серым).

Если в яркий летний день снять на специальной пленке «инфрахром» (очувствленной к невидимым глазом инфракрасным лучам) ландшафт с зеленью, водой и постройками, поставив перед объективом *красный светофильтр*, поглощающий все голубые и синие лучи, то получим эффектный *ночной снимок*, на котором будет темное небо со светлыми облаками, светлая зелень, темная вода и т. д. (рис. 45).

Умело подбирая для съемки пленку той или иной цветочувствительности в зависимости от цветности объектов съемки, от характера снимаемой сцены (ее настроения) и от качества применяемой осветительной аппаратуры, киноработники всегда имеют возможность интерпретировать изображение по своему желанию.

В зависимости от выбранного для съемки сорта пленки по цветочувствительности должна меняться и окраска декораций, и грим актеров, и цвет их костюмов и т. п.

Разрешающей способностью фотографического слоя называется способность светочувствительного слоя передавать на снимке две очень

близко расположенные друг возле друга тонкие линии, не сливая их вместе. Максимальное количество линий на 1 *мм*, имеющих ширину, одинаковую с промежутками между ними и не сливающихся на снимке, является показателем разрешающей способности данной эмульсии. Определяется разрешающая способность путем пробной съемки на испытуемой пленке специальных тест-объектов и изучением снимка под микроскопом.

Ясно, что чем меньше будет зерно (особенно важно для позитивных фильмов и пленок при записи на них фонограммы звуковых картин), тем совершеннее получим изображение.

§ 39. СОВРЕМЕННЫЕ КИНОПЛЕНКИ

Переходя к ознакомлению с различными сортами кинопленок, прежде всего необходимо обратить внимание на основное деление их на позитивные и негативные и на требования, предъявляемые к ним. Если к позитивной пленке прежде всего предъявляются требования мелкозернистости, контрастности и прозрачности, обеспечивающих наибольшую ясность, четкость и точность изображения кадра на экране, то понятно, что к ней не предъявляются высокие требования ни по общей светочувствительности, ни по фотографической широте, ни по цветочувствительности, так как позитивная пленка для съемок не предназначается.

Наоборот, к негативной кинопленке всегда предъявляется основное требование высокой светочувствительности и цветочувствительности сравнительно невысокой контрастности ($\gamma < 1$) и обязательно большой фотографической широты. Именно эти качества, как мы уже знаем из предыдущего, играют серьезную роль во время съемок и обеспечивают наиболее широкое применение тех сортов негативной пленки, которые имеют максимальную светочувствительность, обладают большой широтой и хорошей цветочувствительностью при достаточной контрастности.

Вначале стремились создать «универсальную» эмульсию кинонегативной пленки, т. е. такую, которая была бы одинаково хороша и для натурной съемки и для съемки в павильонах с различными типами осветительной аппаратуры. Однако специфика съемочных условий и художественные требования заставляют кинопленочную промышленность выпускать на рынок ассортимент различных эмульсий. Советская пленочная промышленность в настоящее время освоила и выпускает большое количество сортов кинопленок (негативных, позитивных и для записи фонограмм).

Основными негативными материалами являются пленки: «Ортохром», «Изопанхром», «СЧС-1» и «СЧС-4». Пленки «Изопанхром», «СЧС-1» и «СЧС-4» одинаково применимы как для павильонных съемок (при всех видах освещения, в особенности при полуваттном свете), так и для съемок на натуре (табл. 13).

Советские позитивные пленки представляют собой нормальную позитивную пленку.

Позитивная пленка «Союз» выпускается на целлулоидной основе (для нормального 35-*мм* фильма) и на негорючей ацетатной основе (для узкопленочного 16-*мм* кино).

Наши пленочные фабрики освоили производство и пленки для звукозаписи: «ЗА» и «ЗТ-2»—для записи фонограммы по трансверсальному методу (по системе А. Ф. Шорина) и «ЗИ» — для записи звука по интенсивному методу (по системе П. Г. Тагера).

Таблица 13

Сенситометрические данные советских кинопленок на 1940 г.

№ по пор.	Сорт	Чувствительность по Х. и Д.	Коэфициент контрастности	Вуаль не больше	Разрешающая способность	Широта
	I. Негативная пленка					
1	„Ортохром“ норм. . .	320— 380	0,7±10%	0,15	40	64
2	„Изопанхром“ контр.	375— 450	1,0±10%	0,16	40	128
3	„СЧС-1“ норм.	500— 600	0,7±10%	0,17	40	128
4	„СЧС-2“ контр. . . .	850—1100	1,0±10%	0,25	35	128
5	„СЧС-4“ норм. . . .	650— 800	0,7±10%	0,22	40	—
6	„СЧС-5“ контр. . . .	900—1100	1,0±10%	0,29	35	—
7	„Инфрахром“	200— 250	1,0±10%	0,22	35	—
	II. Позитивная пленка					
8	Позитив	8—9	2,8±10%	0,05	60	—
9	Позитив „ЗА“	7—8	2,5±10%	0,05	60	—
	III. Пленка для звукозаписи					
10	Марка „ЗТ“	12—15	2,0±10%	0,06	60	—
11	Марка „ЗИ“	100—120	1,0±15%	0,10	40	—
	IV. Пленка для контратипирования					
12	Лавандовая	8—10	2,6±10%	0,05	60	—
13	Дубльфильм (для изготовления дубль-негативов)	8—10	1,0±10%	0,06	80	—

В настоящее время осваивается массовое производство и новых сортов советской кинопленки: пленки «СЧС-5» с очень высокой общей светочувствительностью (не уступающей лучшим американским пленкам типа «Супер-XX») и особой чувствительностью к красным лучам, специальных пленок для рирпроекции с разрешающей способностью 70 линий на 1 *мм* и пленку «Инфрахром-1» для специальных съемок инфракрасными лучами.

Из иностранных негативных кинопленок у нас наиболее часто применялись американские пленки фирмы Истмен-Кодак и Дюпон, являющиеся наилучшим негативным материалом в мировой кинематографии.

В Америке наиболее распространенными и универсальными сортами негативной пленки для съемок в павильоне и на натуре являются негативные пленки «Супериор» Дюпона и пленки Истмен-Кодак: «Супер-Х», «Супер-ХХ-Панхроматик», «Плюс икс Панхроматик» и «Панатомик икс».

Пленка «Плюс икс Панхроматик» Кодак является примерно вдвое более чувствительной, чем ранее применявшиеся на американском производстве пленки «Панатомик», и на 50% больше, чем Кодак «Супер-Сенситив Панатомик». Эмульсия у этой пленки более мелкозерниста, чем у предыдущих сортов.

Пленка «Панатомик икс» — отличается ультрамелким зерном, позволяющим делать крайне большие увеличения на экране, так как на нем резкость изображения теряется раньше, чем будет заметно появление зерен.

Пленка «Супер два икс Панхроматик» Кодак является самым светочувствительным материалом (примерно в четыре раза чувствительнее обычной негативной пленки Кодак «Панатомик» и в два раза чувствительнее «Супер икс Панхроматик»).

У всех этих сортов негативной пленки очень большая фотографическая широта, позволяющая делать стократные ошибки в экспозиции без видимого ухудшения позитива. Все эти пленки обладают высокой цветочувствительностью (сильно очувствлены к красным и зеленым лучам).

Данные о светочувствительности этих негативных пленок приведены в табл. 14.

Таблица 14

Сенситометрические данные современных американских кинопленок

Сорт пленки	По Вестону		По Хертеру и Дриффильду	
	дневной свет	нитро-свет	дневной свет	нитро-свет
„Супер икс Панхроматик“	80°	50°	3232°	2020°
„Плюс икс Панхроматик“	40°	24°	1585°	972°
„Панатомик икс“. .	32°	20°	1240°	762°

Приступая к началу съемок, каждый член постановочного коллектива должен точно знать все основные данные о той негативной пленке, на которую будет сниматься фильм. Только тогда он сможет максимально использовать ее возможности для реализации своих творческих замыслов.

§ 40. ГИПЕРСЕНСИБИЛИЗАЦИЯ ПЛЕНКИ

Общая светочувствительность уже готовой негативной пленки может быть повышена незадолго до съемок путем дополнительной обработки ее эмульсии. Это дополнительное повышение светочувствительности пленки носит название гиперсенсибилизации и заключается в том, что на эмульсию действуют либо светом (так называемый метод предварительной засветки), либо парами ртути (ртутный способ), либо растворами аммиака в воде или просто водой (мокрые способы гиперсенсибилизации).

Гиперсенсибилизацией без потери остальных качеств пленки можно повышать ее чувствительность в $1^1/_2$—2 раза, а если согласиться на некоторое изменение контрастности и появление сильной вуали, уничтожающей полутона в слабо освещенных местах, то гиперсенсибилизацией можно повышать чувствительность пленки и больше чем в 10 раз.

Гиперсенсибилизированная пленка сохраняет свои качества сравнительно небольшое время (не больше 10—12 дней), но она позволяет проводить киносъемку в условиях нормального ночного освещения без дополнительной подсветки (на улицах городов, в театрах, цирках и т. п.), расширяя тем самым творческие и технические возможности кинопроизводственников. Только благодаря гиперсенсибилизированной пленке Рутман смог снять ночные уличные сцены Берлина в своей «Симфонии большого города».

Внедряется гиперсенсибилизация и на нашем советском кинопроизводстве (успешные работы Е. А. Иофиса и оператора И. Геллейна по фильму «Очная ставка»).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

П. В. Козлов и Б. Кнаппе, «Техминимум для рабочих цеха основы фотокинопленочных фабрик», Кинофотоиздат, 1935, ц. 1 р. 60 к.

П. В. Козлов, «Технология кинопленки», том I (изд. 1933 г.) и том II (изд. 1937 г.).

А. Шкулин, «Техминимум для рабочих эмульсионно-поливного цеха», Кинофотоиздат, 1935, ц. 1 р. 70 к.

Д. А. Сольский и В. И. Шеберстов. «Практическая сенситометрия», изд. Искусство, 1937, ц. 10 р.

М. Г. Варгафтиг, «Кинофотоматериаловедение», Госкиноиздат, 1939, ц. 3 р. 50 к.

ПСИХО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КИНЕМАТОГРАФИИ

§ 41. СУЩНОСТЬ КИНЕМАТОГРАФИИ

Сущность кинематографии заключается в том, что движение, разложенное на отдельные моменты или фазы, последовательно фиксируется в их статической форме фотографическим путем на светочувствительной пленке, а затем при последовательной проекции на экран в силу психофизиологических особенностей нашего зрительного аппарата эти отдельные снимки как бы воссоединяются в мозговом аппарате в одно целое, создавая иллюзию непрерывного движения.

Таким образом мозг человека, богатый повседневным наблюдением и опытом, во время просмотра фильмов помимо нашей воли сам проделывает известную работу, узнавая все показываемое на экране и подсказывая и восполняя все то, чего нехватает в фильме.

§ 42. УСТРОЙСТВО ГЛАЗА

На рис. 46 дан горизонтальный разрез человеческого глаза.

Все глазное яблоко заключено снаружи в роговую оболочку, которая спереди несколько более выпукла, чем в остальных частях, и прозрачна (часть, обозначенная на рисунке буквой C), тогда как в других частях она непрозрачна, имеет молочно-белый цвет (белок глаза), являясь плотным образованием из сухожилий, называемым склеротикой. Под этой наружной оболочкой находится второй слой, состоящий из сети мельчайших кровеносных сосудов, называемый сосудистой оболочкой. Спереди она переходит в так называемое цилиарное тело Cc и затем в радужную оболочку i с отверстием зрачка в ней. Последний слой оболочки, которым как бы выстлана вся внутренняя поверхность задней половины глаза, называется сетчаткой или ретиной и является тем светочувствительным слоем, благодаря которому глаз видит. Сетчатка представляет собой тончайшее разветвление глазного нерва N. В том месте, где сетчатка R соприкасается с цилиарным телом Cc и дальше с радужной оболочкой i, она теряет свою светочувствительность.

Все тончайшие нервные волокна, образующие светочувствительный слой сетчатки, в задней части глазного яблока соединяются в один толстый канатик зрительного нерва N, который передает раздражение, полученное его концами, образующими сетчатку глаза, непосредственно в соответствующий участок головного мозга, в так называемый оптический центр, помещающийся в затылочной части большого мозга.

В передней части глаз имеет так называемую переднюю камеру *A*, заполненную прозрачной жидкостью с показателем преломления, близким к показателю преломления воды (1,33). Сзади нее помещается радужная оболочка с отверстием зрачка посредине. Радужная оболочка обладает способностью изменять размеры круглого отверстия — зрачка — в зависимости от яркости действующего на глаз (сетчатку) света. Чем яркость освещения меньше, тем зрачок раскрыт больше (до 7—8 *мм* в диаметре), так как для того чтобы видеть хорошо, необходимо пропустить внутрь к светочувствительному слою (к сетчатке) возможно большее количество слабых лучей света; и наоборот, при ярком свете зрачок суживается до 2 *мм*, чтобы защитить сетчатку от действия очень большого количества света.

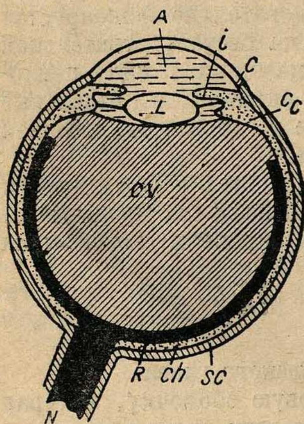


Рис. 46. Разрез человеческого глаза: *C* — роговая оболочка; *Sc* — склеротика; *ch* — сосудистая оболочка; *R* — сетчатка или ретина; *CV* — стекловидная масса; *A* — передняя камера; *L* — хрусталик; *N* — зрительный нерв

Таким образом зрачок радужной оболочки глаза как бы является автоматически действующей внутренней диафрагмой объектива-глаза, который в зависимости от яркости освещения рассматриваемых предметов изменяет светосилу оптической системы так, чтобы величина фотохимических эффектов, происходящих в светочувствительном слое сетчатки, не выходила за границы определенных максимума и минимума.

Сзади зрачка радужной оболочки помещается хрусталик *L*, представляющий собой собирательную линзу с показателем преломления, близким к показателю преломления стекла.

Приведенная выше схема строения глаза показывает, что роговая оболочка *C*, передняя камера *A*, радужная оболочка со зрачком *i* и хрусталик *L* вместе взятые представляют один сложный объектив, обладающий способностью давать на сетчатке световое изображение.

Объектив глаза человека принадлежит к типу короткофокусных и имеет главное фокусное расстояние всего около 15 *мм*.

§ 43. АККОМОДАЦИЯ

Некоторые живые существа (например, щуки, раки, крабы и др.) «наводят на фокус» свой глаз так же, как это делается в фото- или в киноаппаратах, т. е. передвигая особым мускулом хрусталик ближе или дальше от светочувствительного слоя — сетчатой оболочки. В человеческом же глазу использована «эластичная линза» хрусталика *L*, которая, меняя свою выпуклость, меняет и свое «главное фокусное расстояние», остающееся у обыкновенных стеклянных линз величиной постоянной. Из оптики известно, что чем больше будет выпуклость у сферических поверхностей линзы, тем ее фокусное расстояние будет меньше, и наоборот.

Поэтому для «наводки на резкость» глаза человека и существует так называемая аккомодация, т. е. процесс изменения выпуклости хрусталика, благодаря чему возможно отчетливо видеть то близкие то удаленные предметы. Совершенно ясно и резко будут видны только те предметы (или близкие, или далекие), на которые направлено наше внимание, а вместе с ним и наводка «объектива» — глаза.

§ 44. УСТРОЙСТВО СЕТЧАТКИ ГЛАЗА

Несмотря на то, что наибольшая толщина сетчатой оболочки не превышает 0,22 *мм*, она по своей структуре чрезвычайно сложна и в ее разрезе обычно различают целый ряд слоев, из которых нас больше всего интересует предпоследний слой «палочек» и «колбочек», которых в глазу насчитывается до пятидесяти миллионов. Диаметр сечения «колбочки» приблизительно равен 0,005 *мм*, а диаметр «палочки» значительно меньше — всего около 0,002 *мм*, т. е. их размеры почти соответствуют размерам зерен солей серебра в светочувствительном слое кинопленки.

Современная наука установила, что под действием лучей света, упавшего на сетчатку глаза, происходят различные фотохимические изменения в составе «палочек» и «колбочек», причем находящееся в них вещество — радопсин (зрительный пурпур) — разлагается, и продукты распада вызывают раздражение соответствующего нервного волокна. Из последнего раздражение передается в зрительный нерв, который и несет его в оптический центр головного мозга. Когда это нервное раздражение достигает оптического центра мозга, происходит возбуждение так называемых ганглиевых клеток мозга, где это раздражение и преобразовывается в то или иное зрительное впечатление. Продукты распада после некоторого короткого промежутка времени (от $^1/_{10}$ до $^1/_{30}$ сек.) вновь восстанавливаются. Химия этого крайне сложного процесса пока еще не изучена.

В различных частях глаза сетчатая оболочка содержит то или иное количество «палочек» и «колбочек», и поэтому она по-разному и реагирует на падающие на них лучи света. Опыт показывает, что в неподвижном состоянии глаз видит отчетливо только в пределах очень узкого угла (всего 1 — 1,5°). Вот почему в том случае, когда необходимо вполне отчетливое зрительное впечатление при рассматривании каких-нибудь деталей (например, при чтении или при писании), человек водит глазами так, чтобы этим узким углом пройти последовательно по всем частям. Этот угол отчетливого зрения как раз соответствует середине «желтого пятна» на ретине в его центральной части, в которой имеется наибольшее скопление близко расположенных друг к другу «колбочек» («палочек» здесь нет совсем), причем каждая «колбочка» имеет свое собственное нервное волокно. Это место ретины является местом наиболее ясного зрения, где изображение, даваемое хрусталиком, воспринимается в мельчайших подробностях. Все «желтое пятно», дающее более или менее удовлетворительную ясность и точность изображения, имеет угол зрения в 6—8°.

В остальных частях сетчатой оболочки глаза имеются и «палочки» и «колбочки», причем они здесь расположены более редко. Хотя этими час-

тями сетчатки глаз видит не так отчетливо, чем центральным «желтым пятном», но зато эти участки ретины бокового (периферического) зрения особенно чувствительны к восприятию движений, и на практике они используются не для отчетливого зрения, а для общей ориентировки. Полный угол зрения (центрального и периферического) доходит до 150°.

§ 45. СЛЕПОЕ ПЯТНО. АДАПТАЦИЯ

Если на сетчатке нет «колбочек» и «палочек», то этим местом глаз не видит. В месте слияния отдельных нервных волокон в глазной нерв не имеется ни «колбочек» ни «палочек». Этим местом глаз не видит и называется оно «слепым пятном».

Благодаря наличию «слепого пятна» в поле нашего зрения всегда имеется некоторый пробел, который мы не замечаем, во-первых, потому, что направляем наше внимание всегда на место наиболее отчетливого видения; во-вторых, этот провал как бы восполняется восприятием второго глаза, у которого лучи, идущие от тех же точек, которые падают на «слепое пятно» первого глаза, будут проецироваться на другой части ретины и, в-третьих, потому, что вследствие работы нашего мозгового аппарата мы незаметно для себя заполняем этот пробел в поле нашего зрения. Поэтому для рассматривания большого пространства глаз совершает непрерывно вращательные движения в орбите, которые обычно совершаются без участия нашего сознания, почему мы их и не замечаем.

Из опыта известно, что при переходе из очень светлого помещения в темное или наоборот глаз сначала «слепнет», а потом постепенно приспособляется к перемене освещения и начинает видеть снова хорошо. Эта «настройка» глаза на видение при ярком свете называется адаптацией к свету, в отличие от так называемой темновой адаптации, которую имеем при переходе из светлого помещения в темное. Таким образом под адаптацией мы понимаем изменение светочувствительности сетчатой оболочки глаза, и кинорежиссеру, монтирующему светлые и темные кадры своего фильма, необходимо постоянно помнить о ней.

§ 46. МОНОХРОМАТИЧЕСКОЕ И МНОГОЦВЕТНОЕ ЗРЕНИЕ

Установлено, что «палочки» служат органом сумеречного — одноцветного зрения, так как они могут давать лишь одноцветные ощущения различной светлости одного и того же голубовато-серого тона. Они обладают в то же время хорошей способностью к адаптации (в центре сетчатки «палочки», а вместе с ними и сумеречное зрение отсутствуют). С другой стороны, «колбочки» являются органом дневного или многоцветного зрения, так как они доставляют нам всевозможные цветные ощущения; однако они лишь в очень слабой мере способны к адаптации, что имеет особо важное значение при работах над цветными фильмами.

«Палочки» возбуждаются гораздо более слабым светом, чем «колбочки».

Кениг и Детиричи, видоизменившие существовавшую «теорию цветного зрения» Юнга-Гельмгольца, объясняют многоцветность нашего зрения как результат выпадения одного из трех основных ощущений: красного с

некоторым пурпурным оттенком с длиной волны около 700 $m\mu$, зеленовато-голубоватого, с длиной волны в 508 $m\mu$ и синего—с длиной волны в 475 $m\mu$, к которым способен каждый элемент сетчатки (вернее, каждая «колбочка»).

На рис. 47 изображены кривые основных ощущений. Они наглядно показывают, как получается ощущение того или иного цвета от соответствующего возбуждения: красного (кривая R), зеленого (кривая G) и синего (кривая B) основных ощущений.

Таким образом в зависимости от степени возбуждения каждого из этих трех основных ощущений, получается впечатление о всевозможных цветах.

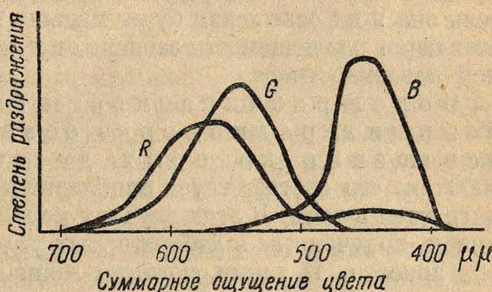


Рис. 47. Кривые трех основных ощущений: R — красное возбуждение; B — синее возбуждение; G — зеленое возбуждение

§ 47. ОСНОВЫ ЗРИТЕЛЬНЫХ ВОСПРИЯТИЙ

Полученное при помощи хрусталика на сетчатке глаза световое изображение предметов действует на «палочки» и «колбочки», вызывая в них изменения, которые в свою очередь вызывают раздражения соответствующих нервных волокон. Это раздражение по зрительному нерву с большой скоростью передается в ассоциативный центр мозга и дальше в соответствующий участок головного мозга, где и трансформируется в наше зрительное впечатление.

Естественно, что чем дольше будет действовать свет на сетчатку глаза и чем сила света (его яркость) будет больше, тем сильнее и вызываемое им раздражение нервных волокон. Но не следует думать, что сила психического восприятия (впечатление) от раздражения того или иного органа чувств будет прямо пропорциональна величине этого раздражения. Вебер и Фехнер нашли, что сила психического восприятия (ощущение) пропорциональна логарифму раздражения.

Этим законом организм защищает органы чувств и психику от чрезмерных потрясений вследствие изменения силы раздражения в огромных пределах (например, ухо человека слышит и звуки, которые в 1 000 000 раз слабее, и звуки, которые в 1 000 000 раз сильнее громкости нормальной речи; глаз хорошо видит и при свете солнца и при свете луны, который в 800 000 раз слабее солнечного).

Другими словами, этот закон говорит: для того чтобы ощущение изменялось в арифметической прогрес-

сии, раздражения должны изменяться в геометрической прогрессии.

Следует еще иметь в виду и так называемый порог различаемости. Исследования показали, что глаз не замечает разницы между яркостью освещения двух участков одного и того же ровного белого экрана, если она в их освещении будет меньше 1%. Проф. Гольдберг показал, что этот порог различаемости зависит от яркости света и от структуры освещенной поверхности.

Порог различаемости бывает меньше всего при больших, равномерно освещенных поверхностях, освещение которых достигает приблизительно 5000 *лк*, что соответствует приблизительно среднему освещению белой бумаги днем в тени. В этих случаях порог различаемости соответствует величинам, полученным в лабораторных условиях, и достигает приблизительно 1% яркости. К таким сюжетам принадлежат, например, легкие облака.

Малейшее разнообразие в рассматриваемой поверхности влечет за собой уменьшение чувствительности к разнице и вследствие этого — увеличение порога различаемости. Например, при гладко окрашенной стене, на которой проступают неровности штукатурки, или при гладко натянутой светлой ткани, которая выявляет свою структуру, порог различаемости повышается от 2 до 6% в зависимости от резкости структур. На темных гладких или мелкозернистых поверхностях порог различаемости достигает 25 или 30%. При объектах со множеством деталей (например листва, кирпичная стена и т. д.) порог различаемости даже в благоприятных случаях (средняя яркость) достигает только 25%, при меньшей же яркости доходит до 50%.

Таким образом ясно, что практический порог различаемости никак не соответствует полученному лабораторным путем. Так как объекты, встречающиеся в природе, обычно имеют поверхности с более или менее выраженной структурой (кроме случаев ясного неба), то можно принять за практический порог различаемости для ярко освещенных сюжетов от 2 до 5% и для сюжетов в тени от 25 до 30%.

При этом нужно иметь в виду, что световое ощущение зависит не только от интенсивности действующего на сетчатку глаза света и от структуры поверхности предметов, но и от состояния глаза и всей нервной системы в данный момент.

Способность глаза к распознаваемости различных цветов также весьма разнообразна.

§ 48. ПАМЯТЬ ЗРЕНИЯ

Закон инерции, по которому любое тело стремится сохранять то состояние покоя или движения, в котором оно находится до тех пор, пока какая-нибудь внешняя сила не изменит это состояние, имеет место, по словам проф. Н. А. Рынина, и в области физиологии:

Всякое ощущение распространяется и продолжает действовать в теле еще некоторое время, хотя возбудитель его уже прекратил свое дей-

ствие. Таким же образом сохраняется и впечатление света, хотя последний уже прекратил свое действие.

Свойство глаза вследствие инерции сохранять известное время полученное им впечатление от раздражения называется персистенцией или памятью зрения.

Продолжительность зрительной памяти зависит не только от индивидуальных качеств нервной системы того или иного человека, но и от силы света, от состава его лучей (для желтых лучей она минимальна, а для красных и фиолетовых максимальна) и от времени действия света на сетчатку глаза (для средней силы света продолжительность памяти зрения примерно равна $^1/_{20}$ сек. и колеблется в пределах от $^1/_5$ до $^1/_{30}$ сек.).

Слишком короткое действие света, в особенности если оно сопровождается быстрым движением предмета, не вызывает в мозгу зрительного впечатления (мы «не видим»).

Проф. Рихтера утверждает, что «человеческий глаз никогда не видит отдельных моментов движения, но вследствие своей инертности — лишь общую картину движения в целом». Опыты вклеивания одного постороннего кадрика в фильм показали, что многие зрители не замечают его показа на экране, так как он длится слишком короткое время. Проф. Франк Мосс установил, что человек во время чтения становится «слепым», кроме тех моментов, когда глаз воспринимает печатную строку. Чтение — своеобразный процесс прерывистого восприятия, при котором после 7—15 сотых долей секунды зрения наступают 3—4 десятых секунды слепоты, когда работает память зрения. Благодаря памяти зрения зритель часто видит не то, что есть на самом деле: вместо быстро движущейся в темноте светящейся точки (искры электрического разряда, папиросы и т. п.) виден отрезок ее траектории, описанной за промежуток времени, равный продолжительности памяти зрения; вместо колеблющегося прута виден какой-то веер; быстро вращающаяся вокруг своей оси монета будет казаться полупрозрачным шаром и т. п.

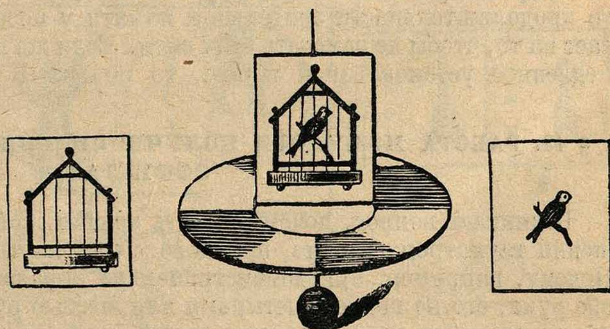


Рис. 48. Тауматроп. Слева — рисунок на одной стороне карточки тауматропа. Справа — рисунок на другой стороне той же карточки. В центре—изображение, полученное при быстром вращении волчка

Возьмем известную игрушку «тауматроп» (рис. 48), представляющую собой диск, вращающийся вокруг одной из своих продольных осей, на одной стороне которого обычно рисуется пустая клетка, а на другой — птичка. Приведя этот диск в быстрое вращательное движение вокруг оси, нам будет казаться, что птичка находится в клетке, т. е. в данном случае два от-

дельных изображения, быстро сменяемые на одном и том же месте, сливаются в зрительном восприятии в одно, что целиком объясняется памятью зрения.

Персистенция зрения является первой основой восприятия кинематографической картины, так как именно ею объясняется то, что кинематографическая лента, состоящая из множества отдельных фотографий-кадриков, при последовательном показе их на экране дает впечатление одной непрерывной картины, и зритель не замечает мелькания кадриков и разделяющих их черных пауз.

Память зрения сохраняет зрительное впечатление от предыдущего кадрика и на то время, когда его уже нет и перед глазами находится затемненный экран без изображения. Так как частота показа отдельных кадриков и промежуточных темных пауз обычно длится всего около $^1/_{50}$—$^1/_{100}$ сек., то продолжительности зрительной памяти у посетителей кинотеатров хватает на то, чтобы не замечать этих смен. Если же пустить фильм в проекторе медленнее установленной нормы, то появится «мигание».

§ 49. РАБОТА МОЗГА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КИНЕМАТОГРАФИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

Возникает вопрос, почему память зрения, которая сливает два изображения тауматропа в одно, при показе кинокартины работает по-другому? Почему, например, при демонстрации на экране человека, поднимающего обе руки, его не видно с четырьмя или шестью руками, хотя за время продолжительности памяти зрения на экране было показано два или три кадрика именно с такими различными положениями рук?

Оказывается, здесь имеет место не только персистенция зрения, но еще и более сложная работа мозга.

Объяснение этому явлению нашли одновременно, но независимо друг от друга, проф. Линке и проф. Ф. П. Шипулинский. Они показали, что наш мозг воспринимает две последовательные фазы движения одного и того же объекта как один и тот же видоизменяющийся предмет.

Для субъективного восприятия впечатления движения достаточно двух фаз движения. На этом построен интересный приборчик, так называемый «педемоскоп», изображенный на рис. 49. Основной его частью является небольшая карточка, на одной стороне которой рисуется начальная фаза какого-нибудь движения, а на другой стороне и на том же месте — конечная фаза того же движения. Эта карточка укрепляется вертикально на особом станке и может вращаться, причем у зрителя получится впечатление прыгающего человека, а не двух его изображений вверху и внизу. Это объясняется тем, что на основе ассоциативной памяти в мозгу возникнут дополнительные психические ощущения без соответствующих зрительных впечатлений. Здесь глазу показывают лишь два изображения отдельных фаз движения, но благодаря работе воображения и памяти мозга, а также

его способности связывать эти положения на основе прошлых наблюдений в определенное движение мы его «видим», хотя в действительности такого движения нет.

Педемоскоп можно считать предшественником кинематографа, так как в кинематографической ленте на кадрах имеются неподвижные снимки отдельных фаз движений. Если последовательно демонстрировать эти кадры с достаточной быстротой, чтобы память зрения помогла сливать отдельные кадры в одну картину, то благодаря условным рефлексам в мозгу эти отдельные фазы сольются в одно сплошное движение, а недостающие фазы будут дополнены воображением, и в конечном результате будет получено впечатление непрерывного движения на экране.

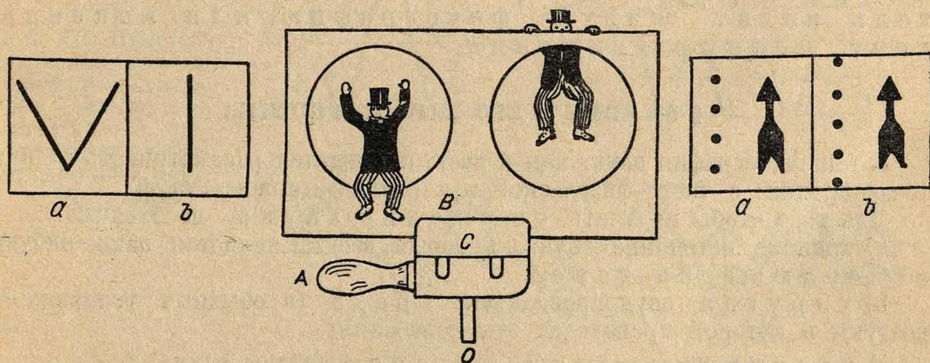


Рис. 49. Педемоскоп: *A* — ручка педемоскопа; *B* — карточка с рисунком начальной и конечной фаз движения; *C* — подставка для карточки; *O* — ось вращения подставки. По бокам—карточки проф. Линке для педемоскопа: *a* — рисунок на одной стороне карточки; *b* — рисунок на другой стороне

Проф. Линке показал, что подобное слияние является исключительно функцией мозга, воспринимающего две последовательные фазы объекта как один и тот же видоизменяющийся предмет, причем для субъективного восприятия впечатления движения достаточно показа двух последовательных фаз этого движения.

Если в педемоскоп, например, заложить карточку (см. рис. 49), на одной стороне которой будет нарисован угол, а на обратной стороне ее в том же месте нарисовать вертикальную линию, то при быстром вращении этой карточки будет виден складывающийся и раскладывающийся угол. Если взять ряд точек и стрелку, показывающую направление движения (условный толчок мозгу), то при вращении этой пластинки будет видно движение точек по направлению, указанному стрелкой, хотя бы в действительности положение точек соответствовало обратному движению.

При известных обстоятельствах при медленном вращении пластинки бу-

дет казаться, что точки перемещаются в одном направлении, а при быстром— в другом. Наконец, даже в тех случаях, когда скорость замены одного изображения другим станет меньше памяти зрения и будет заметно мелькание, все-таки и тогда будет видно движение. Это наглядно доказывает, что в самом восприятии движения экранных образов память зрения никакой роли не играет, она помогает лишь не замечать мерцания от смены темных пауз и показа на экране каждого отдельного кадрика.

Таким образом благодаря особым свойствам глаза (памяти зрения) и нашего мозгового аппарата (ассоциативная память) на основе условных рефлексов («по привычке») зритель видит на экране совсем не то, что есть в действительности. В частности, вместо отдельных неподвижных фотографий быстро сменяемых кадриков зритель видит «живую» фотографию или кинокартину, полную движения.

§ 50. ЗВУК И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА

В кинематографии звук, как и свет, приходится рассматривать с двух точек зрения: с чисто физической и с психо-физиологической.

Для того чтобы получить ощущение звука, необходимо:

a) наличие источника звука, которым всегда является какое-нибудь колеблющееся тело;

b) упругая звукопроводящая среда (в обычных условиях — воздух), в которой происходят эти колебания;

c) воспринимающий аппарат (орган слуха).

Каждый звук характеризуется: высотой тона, силой и тембром.

Высота тона зависит от длины волны: чем короче длина звуковой волны, тем выше будет звук, и наоборот — чем длиннее будет звуковая волна, тем ниже будет звук.

Так как в обычных условиях (при $t=18°C$) скорость распространения звука в воздухе равняется 340 *м* в 1 сек., то в акустике обычно высоту тона обозначают не длиной волны l, а частотой r. Она выражается отношением скорости распространения звука в воздухе v к длине волны l,

т. е.
$$r=\frac{v}{l}=\frac{340}{l}$$

и показывает, сколько полных колебаний (периодов) совершит данная звуковая волна за 1 сек. времени, т. е., пройдя в воздухе пространство в 340 *м*. Пользуясь этой формулой, можно определить и длину звуковой волны, зная ее частоту:

$$l=\frac{v}{r}=\frac{340}{r}.$$

Сила звука зависит от энергии звуковой волны и определяется в зависимости от ее *амплитуды*. Чем больше будет амплитуда данной звуковой волны, тем громче будет звук.

Третьей величиной, характеризующей каждый звук, является его *тембр* или окраска звука. Если взять с одной и той же силой одну и ту же ноту, например, на рояле, на скрипке, на трубе, на гитаре и т. п., то ухо всегда легко определит, что такая-то нота взята на рояле, а другая — на трубе или на скрипке, хотя у всех полученных звуков частота основного тона будет одинакова. Объясняется это тем, что в природе *простых тонов* почти никогда не встречается, а всегда бывают *сложные звуки*. Кроме основного тона в них имеется *большое количество сопутствующих ему обертонов высокой частоты*. В результате взаимодействия этого основного колебания и обертонов получается звуковая волна не в виде простой синусоиды (рис. 50, сверху), а более сложной формы (рис. 50, внизу).

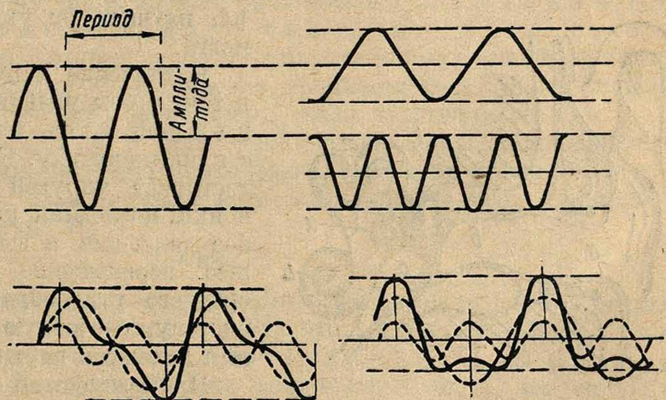


Рис. 50. Простая звуковая волна (сверху) и сложная (внизу), являющаяся результатом взаимодействия тона и его октавы

Количество и характер обертонов, сопутствующих основному колебанию, зависят от конструкции музыкального инструмента и качества материала источника звучания. В музыкальных инструментах число колебаний обертонов обычно представляет собой кратные числа колебаний основного тона. Поэтому такие обертоны обычно называются *гармоническими*. Обертоны колоколов, стержней и гласных человеческой речи — *негармоническими*.

§ 51. УХО. ОСНОВЫ СЛУХОВЫХ ОЩУЩЕНИЙ

На рис. 51 показана схема устройства нашего звуковоспринимающего аппарата — уха. Каждое ухо состоит из трех основных частей: *наружного* уха (ушная раковина и слуховой проход *а*; *среднего* уха *с*, отделенного от наружного уха барабанной перепонкой *в* и содержащего три слуховые косточки (молоточек *е*, наковальня *і* и стремя *j*); и *внутреннего* уха с тремя полукружными каналами *M* и улиткой *L*. Среднее и внутреннее ухо отделены друг от друга упругой перегородкой, так называемым овальным окном *K*, в которое упирается стремя *j* среднего

уха. Слуховой проход *a* и вся полость среднего уха заполнены воздухом, а все полости внутреннего уха — жидкостью.

Напомним, что полукружные каналы *M* являются только органами равновесия и слуховых ощущений не воспринимают.

Улитка представляет основной орган восприятия звука и состоит из круглого канала, свернутого в виде спирали, разделенного почти по всей длине особой перегородкой, которая, однако, не доходит до конца канала и поэтому наполняющая улитку жидкость сообщается.

У края перегородки, разделяющей канал улитки на две части, расположена *основная мембрана*, представляющая собой узкую полоску, состоящую из огромного количества поперечных волокон, соединенных с разветвлением слухового нерва, идущего от уха в слуховой центр мозга.

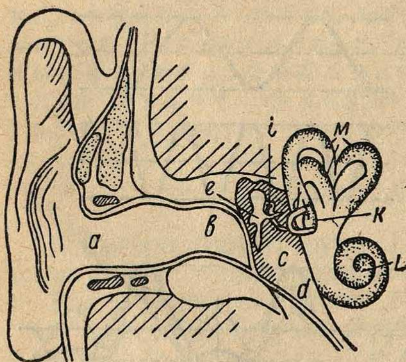


Рис. 51. Схема устройства уха

Назначение наружного уха состоит в том, чтобы улавливать звуковые волны и направлять их в слуховой проход *a* к среднему уху. Когда звуковая волна достигнет упругой барабанной перепонки, последняя придет в колебательное движение и вызовет соответствующее перемещение слуховых косточек среднего уха, образующих подвижную систему, способную передавать колебания дальше к внутреннему уху.

Прикрепленный одним концом к центру барабанной перепонки *в* молоточек *e* передаст ее колебания наковальне *i*, а последняя — стремени *j*, которое в свою очередь передаст эти колебания упругой перегородке овального окна *K*, закрывающего вход во внутреннее ухо с улиткой *L*.

Колебания перепонки овального окна *K* вызывают колебания жидкости, заполняющей каналы улитки (сначала в верхней части канала, а затем и в нижней). *Эти колебания жидкости в каналах улитки L вызывают возбуждение той или иной части основной мембраны и связанных с нею волокон слухового нерва.* Это раздражение слухового нерва идет в звуковой центр головного мозга, где и вызывает те или иные слуховые ощущения.

В зависимости от частоты звука и вызванных им колебаний жидкости улитки на основной мембране возбуждается та или иная ее часть, т. е. каждой частоте звука соответствует строго определенный участок основной мембраны (участки, расположенные ближе к овальному окну, очувствлены к более высоким звукам, противоположные — к более низким).

Когда в ухо попадает *сложный звук*, то основная мембрана *разлагает его на все составные простые колебания.* Следовательно, в данном случае возбуждение отдельных участков основной мембраны будет зависеть от частот отдельных компонентов сложного звука, а степень возбуждения каждого из отдельных участков — от амплитуды данного простого колебания.

Таким образом наше ухо само производит процесс анализа сложных звуков и разлагает их на составные элементы.

Ухо человека воспринимает далеко не все реально существующие звуки. Оно в среднем слышит только звуки с частотой от 16 до 16 000 периодов (по другим данным от 16 до 20 000 периодов).

По силе звуков человеческое ухо слышит только те звуки, сила которых лежит между его порогами чувствительности. Если за единицу для сравнения силы звука взять громкость человеческой речи во время нормального разговора, то нижний порог слышимости человеческого уха достигает таких звуков, сила которых в миллион раз слабее силы нормального человеческого голоса. Самые громкие звуки, которые способно слышать нормальное человеческое ухо, в миллион раз сильнее громкости речи. Более сильных звуков наше ухо не слышит и испытывает лишь чувство боли.

Связь между силой звука и силой психического ощущения ее определяется уже знакомым читателю психо-физиологическим законом Вебера-Фехнера, гласящим: сила психического ощущения O пропорциональна логарифму раздражения P, т. е.

$$O = \log P.$$

Закон Вебера-Фехнера имеет для киноработников огромное практическое значение, так как он указывает на то, что сила психического ощущения изменяется медленнее силы раздражения, и что слабые раздражения различаются легче, чем сильные, так как разность логарифмов малых величин относительно более велика, чем разность логарифмов больших величин. Поэтому в фильмах сравнительно тихая речь, пение и музыка богаче нюансировкой, чем громкая.

§ 52. ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗВУКА

Практически закон Вебера-Фехнера используется для измерения интенсивности звука (интенсивности слухового ощущения, которая пропорциональна логарифму силы звука).

За единицу интенсивности берется звук с интенсивностью в 10 раз сильнее порога слышимости. Эта единица называется бел. Для удобства обычно используют децибел (*дб*), т. е. величину в 10 раз меньшую, чем бел. Если обозначить через I силу данного звука, через I_0 — силу слухового порога, то число децибел N будет выражаться формулой:

$$N = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Полагая силу слухового порога I_0 равной единице, считают, что:

при силе звука	$I =$ 10	интенсивность	= 10 *дб*
„ „ „	$I =$ 100	„	= 20 „
„ „ „	$I =$ 1 000	„	= 30 „
„ „ „	$I =$ 1 000 000	„	= 60 „

Таким образом при изменении силы звука в тысячу раз (например с $I = 1\,000$ до $I = 1\,000\,000$) его интенсивность изменяется всего на 30 *дб* от 30 до 60 *дб*).

В табл. 15 приведены интенсивности наиболее часто встречающихся звуков (по проф. С. В. Беляеву).

Таблица 15

Интенсивность различных звуков

Котельные работы, клепка	120 *дб*
Работа мотора аэроплана на расстоянии 6 *м*	110 „
Громкий автомобильный гудок	100 „
Самый громкий уличный шум	80 „
Трамвай	70 „
Автотранспорт, шумное собрание	65 „
Оживленный разговор	60 „
Слабый уличный шум или сильный шум в жилье	45 „
Спокойная улица без транспорта	30 „
Спокойный сад	20 „
Шелест листьев и тихий шопот	10 „
Порог слухового ощущения	0 „

Из табл. 15 видно, что звуки, слабее 30 *дб*, практически имеют малое значение. Так как в жизни ухо обычно одновременно слышит звуки разнообразной силы, то приходится учитывать из взаимодействие и психическую «настройку» на восприятие именно тех или иных звуков, которые «хотят» услышать и которые считают за основные. При этом считают, что если сопутствующие звуки будут иметь интенсивность слабее основных звучаний на 30—40 *дб*, то их не замечают совсем.

Все эти особенности наших слуховых восприятий приходится учитывать при организации звуковой части современного кинофильма.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Проф. Майзель, «Свет и зрение», Биомедгиз, 1935.
Акад. С. И. Вавилов, «Глаз и солнце», ГТТИ, 1932.
Проф. Л. Рихтер, «Учение о цветах», ГНТИ, 1931.
Проф. Кравков, «Глаз и его работа», Биомедгиз, 1936.
Проф. Гольдберг, «Образование фотографического изображения», изд. Сов. фото, 1929, ц. 90 к.

АППАРАТУРА ДЛЯ СЪЕМКИ ФИЛЬМОВ

§ 53. ЗВУКОВАЯ КИНЕМАТОГРАФИЯ

В своей технической основе звуковые кинокартины являются соединением обычного «немого» фотографического изображения на пленке с записью звука. Поэтому во время съемки звукового фильма на двух различных аппаратах отдельно снимают немую часть, т. е. изображение, и отдельно от него (обычно на другую пленку) записывают звук. При демонстрировании звуковых фильмов одними аппаратами (обычными проекторами) показывают немые кадры на экране, а при помощи других — звуковых блоков — воспроизводят записанные при съемке звуки.

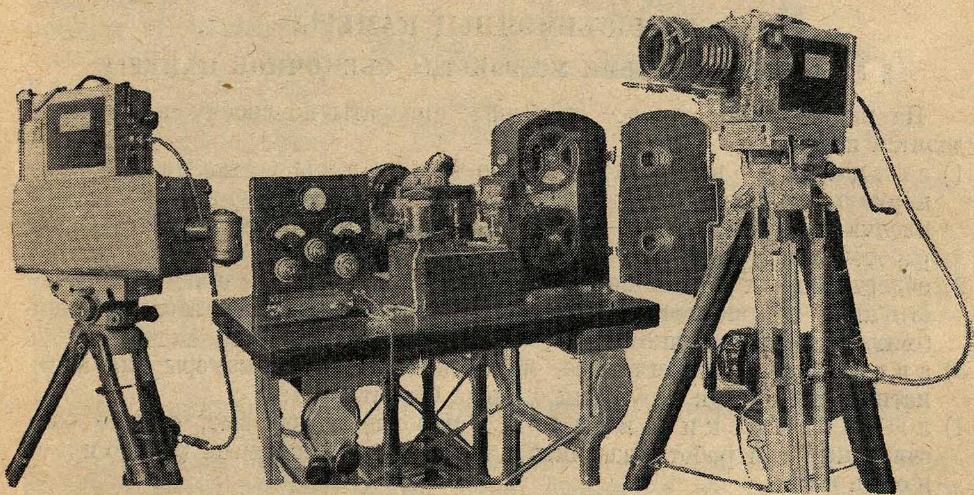


Рис. 52. Синхронно работающие съемочный аппарат А. Дебри (справа) и звукозаписывающий аппарат А. Ф. Шорина (в центре); слева — аппарат «Микст» для одновременных съемок изображения (верхней камерой) и звука (нижней камерой) на одну пленку (аппарат системы Шорина «ШАУ-7»)

Конструктивное соединение этих двух различных по своему назначению частей в одном аппарате по существу дела не меняет, и всегда в звуковом фильме необходимо видеть два элемента: немое изображение и звук. Поэтому как при съемке звуковых фильмов, так и при их показе, по какой бы системе они не производи-

лись, основным требованием является полная синхронность (одновременность) работы немой и звуковой части. Расхождения между работой обоих аппаратов всего на незначительные доли секунды уже будут замечены и ухом и глазом. Синхронность достигается либо тем, что механизмы немого съемочного аппарата и звукозаписывающей установки работают от синхронизированных электромоторов, либо, как это имеет место в проекционной аппаратуре, обе части соединяются при помощи жесткой механической передачи от одной оси.

Поэтому и вся аппаратура для съемки фильмов может быть разбита на две категории: на киносъемочные камеры, фиксирующие на пленке изображение кадров, и звукозаписывающие аппараты, которые проводят запись звука на том или ином материале.

Иногда (главным образом на кинохронике) применяют «микст-камеры», которые представляют конструктивное соединение киносъемочной камеры со звукозаписывающим аппаратом в один аппарат, позволяющий на одну и ту же пленку снимать и изображение и записывать на ней звук (рис. 52).

КИНОСЪЕМОЧНЫЕ КАМЕРЫ

§ 54. ОСНОВНАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА СЪЕМОЧНОЙ КАМЕРЫ

На кинопроизводстве все съемочные аппараты по своему назначению делятся на:

1) стационарные производственные камеры для нормальных съемок со штатива (немые — с емкостью кассет на 120 *м* пленки; звуковые — с емкостью кассет на 300 *м* и с бесшумной работой механизмов);
2) облегченные хроникерские камеры, более простые по конструкции и приспособленные к специфике работы оператора хроники (емкость кассет обычно 60 *м*, реже — 120 *м*);
3) автоматы — облегченные, малоемкие (25—60 *м*) камеры для автоматических съемок с рук или с плеча без штатива;
4) любительские камеры, простые и дешевые, обычно рассчитанные для работы на узкой пленке (так называемые узкопленочники).

Схема работы с киносъемочной камерой (рис. 53) заключается в том, что оператор, установив ее с помощью штатива в нужном положении, производит наводку объектива на фокус. В зависимости от освещенности объектов съемки устанавливают нужные размеры внутренней диафрагмы объектива и угла раскрытия щели обтюратора.

При выборе кадра оператор рассматривает получаемое на пленке в экспозиционном окошке изображение с помощью лупы для наводки. Когда все готово, оператор начинает вращать ручку камеры или включает ее мотор. Движение ручки при помощи внутренних механизмов передается транспортирующему механизму, грейферу и обтюратору. Зубчатым барабаном транспортирующего механизма пленка непрерывно извлекается из подающей кассеты и проходит к фильмовому каналу с экспози-

ционным окошком, где и происходит самое экспонирование ее. В момент съемки пленка в экспозиционном окошке должна находиться в совершенно неподвижном состоянии. Между экспозиционным окошком и объективом помещается вращающийся диск обтюратора с вырезом, который открывает доступ лучам света от объектива к эмульсии пленки, находящейся в экспозиционном окошке. После съемки вращающийся обтюратор своим крылом закрывает объектив, пленка в фильмовом канале при помощи грейфера передвигается вниз на величину одного кадрика. Затем пленка снова останавливается в канале неподвижно, обтюратор открывает объектив, происходит съемка, грейфер перетягивает пленку вниз еще на один кадрик и т. д. Вышедшая из фильмового канала экспонированная пленка при помощи зубчатого барабана транспортирующего механизма подается к приемной кассете, внутри которой она постепенно наматывается на вращающуюся бобину. Для того чтобы увязать непрерывное движение пленки на зубчатых барабанах с прерывистым ее перемещением в фильмовом канале, она образует перед входом в канал и после него особые петли (слабину).

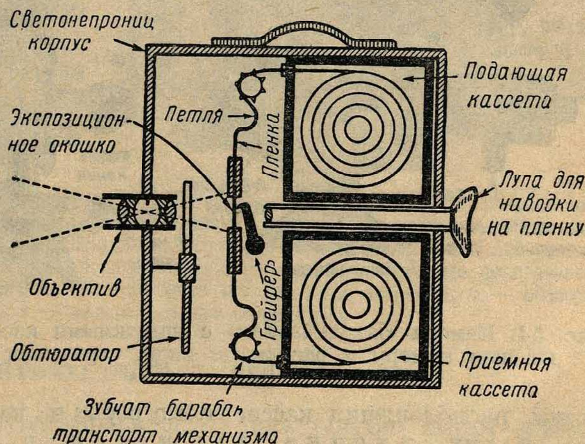


Рис. 53. Принципиальная схема устройства киносъемочной камеры

§ 55. КАМЕРЫ С НАРУЖНЫМИ И С ВНУТРЕННИМИ КАССЕТАМИ

Современные производственные киносъемочные камеры обычно представляют собой прямоугольный ящик, сделанный из металла (главным образом из дюралюминия и специальных сортов стали), покрытый или эмалевой краской или особым лаком, предохраняющим металл от окисления и ржавчины.

В зависимости от своей конструкции и связанного с ней расположения кассет с пленкой камеры имеют те или иные размеры и относятся к одному из двух основных типов: к аппаратам с наружными кассетами (рис. 54), как например, советские «КС-2», «ПСК-1», американские «Бэлл-Хауэлл», «Митчелл» и т. д., или к аппаратам с внутренними кассетами (рис. 55), например, советские «Конвас» и «Хроникон», заграничные «Дебри», «Аскания», «Эрнеман» и др. В смысле портативности и компактности аппараты с внутренними кассетами имеют все преимущества перед камерами американского типа (с наружными кассетами). Основное же преимущество

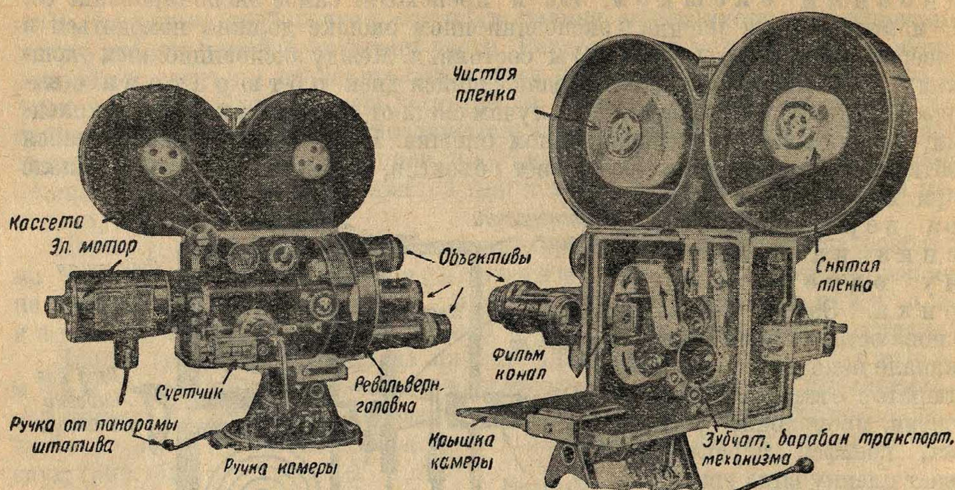


Рис. 54. Камера «Бэлл-Хауэлл» с наружными кассетами (на снимке, показывающем камеру в раскрытом виде, стрелками обозначен ход пленки)

схемы расположения кассет снаружи камеры заключается в том, что в них пленка движется в одной плоскости без всяких перегибов, которые сказываются на ее сохранности, и в упрощении конструкции механизмов. Громоздкость аппаратов с наружными кассетами является их отрицательным качеством. Однако возможность для одной и той же камеры применять кассеты различной емкости без переделок самого механизма является их положительным свойством.

Кассеты производственных камер для съемки немых фильмов вмещают 120 *м* пленки, а в предназначенных для съемок звуковых фильмов— 300 *м*. В процессе съемки пленка постепенно перематывается из подающей кассеты в приемную (они делаются взаимозаменяемыми).

Корпус съемочного аппарата, т. е. его камера, должен удовлетворять следующим основным требованиям:

1) не пропускать света, пыли, влаги и т. п.;

2) быть по возможности малых размеров, легким и прочным, чтобы надежно защищать все внутренние механизмы и пленку от толчков, ударов и т. п.;

3) корпус камеры должен быть устойчивым по отношению к влиянию изменений температуры.

Корпус камеры во всех самых неблагоприятных условиях съемочной работы должен оставаться неизменным, чтобы не нарушилась установка и взаимосвязь отдельных частей крайне точного механизма аппарата. Для примера укажем, что величина допусков при изготовлении некоторых деталей лучших американских съемочных камер составляет всего около 0,008 *мм*.

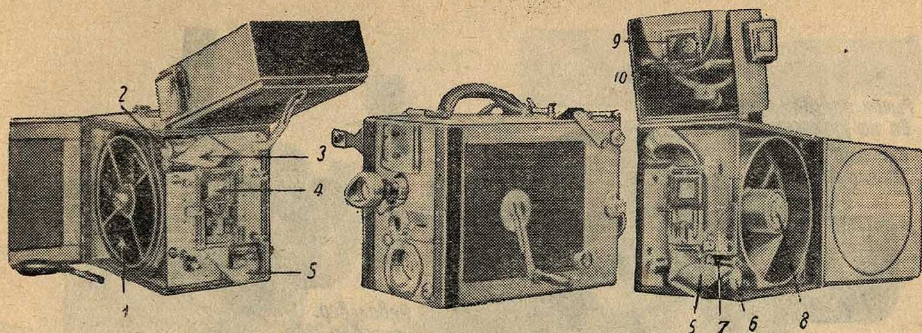


Рис. 55. Камера с внутренним расположением кассет (на снимках, показывающих камеру в раскрытом положении, проследите ход пленки в аппарате): *1* — кассета; *2* и *6* — зубчатые барабаны транспортирующего механизма; *3* и *5* — петли, образуемые пленкой; *4* — вырез экспозиционного окошка в дверце фильмового канала; *7* — прижимной ролик; *8* — бобина в приемной кассете; *9* — обтюратор; *10* — задняя линза объектива

§ 56. ОБЪЕКТИВЫ СЪЕМОЧНОГО АППАРАТА

Профессиональные камеры европейского типа обычно имеют съемные объективы, которые можно заменять. В некоторых типах киносъемочных камер, главным образом американских: «Бэлл-Хауэлл», «Митчелл», «Аймо» и др., и в европейских: «Эклер-Радио», «Стахов» и др., перед отверстием объективного гнезда в передней стенке камеры помещается вращающийся диск с тем или иным количеством укрепленных на нем объективов (револьверная головка объективов). Образцы таких камер показаны на рис. 54 и 56.

Объективы, применяемые для киносъемок, обычно являются лучшими светосильными анастигматами. Это объясняется высокими требованиями четкости и ясности маленького снимка каждого отдельного кадрика, проецирующегося на экране в таком огромном увеличении, при котором легко заметить все недостатки, свойственные более простым оптическим системам.

Нормальной светосилой для кинообъективов считается 1 : 2—1 : 3,5. На американском кинопроизводстве объективы со светосилой, меньшей чем 1 : 2,5, не применяются.

Каждая производственная съемочная камера снабжается набором объективов примерно следующих фокусных расстояний: F=25 *мм*; F=35 *мм*; F=50 *мм*; F=75 *мм* (или 100 *мм*) и F=150 *мм* (или 180 *мм*).

Стандартный рабочий набор оптики, принятый на американском кинопроизводстве, состоит из объективов следующих F: 24; 25; 32; 35; 40; 50; 75; 100; 125; 150; 175 и 200 *мм*.

Так как величина изображения снимаемых предметов на кадрике изменяется пропорционально фокусному расстоянию объективов, при помощи которых мы производим съемку, для простоты расчетов, связанных с переходом с одного фокусного расстояния на другое, обычно в наборе оптики F берется кратным 25 (F=25; F=50; F=75; F=100 *мм* и т. д.).

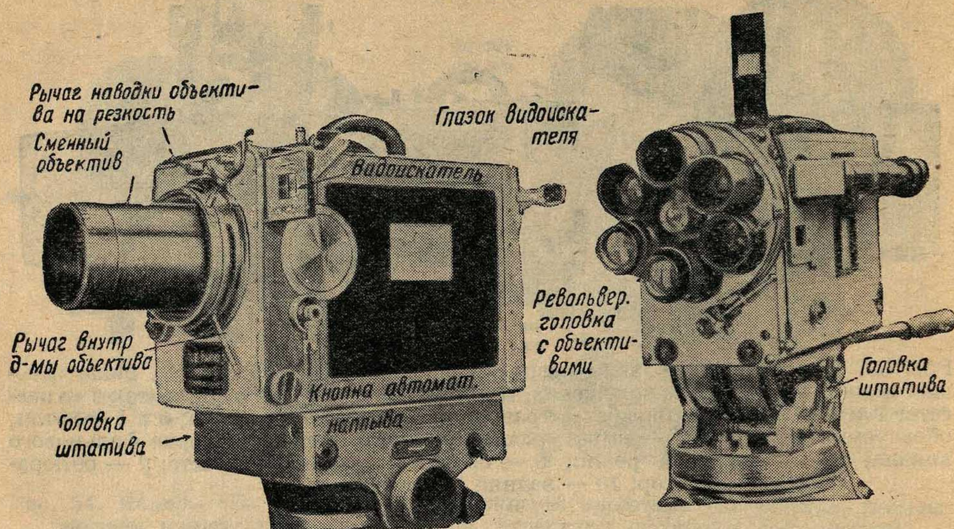


Рис. 56. Камера А. Дебри со съемным объективом (слева) и камера «Эклер» с револьверной головкой объективов (справа)

Эти возможности изменять масштаб снимаемых предметов без приближения к ним, не говоря уже об изменении характера передачи перспективы, зависящей от угла зрения объектива, и побуждает оператора при киносъемках всегда иметь набор объективов различных фокусных расстояний, различных светосил и конструкций и марок, в зависимости от которых изменяется и самый характер изображения (рис. 57).

По характеру передачи изображения всю оптику в наборе делят на резкорисующие объективы (типа «Тессар» Цейсса и т. п.) и на мягкорисующие объективы (типа «Портрет-Рошэр», «Плазмат», «Гелиар» и т. п.). В наборе оператора должны быть объективы разных степеней резкости и пластичности.

В Америке снимают почти исключительно «Куками» Тайлор-Гобсона и кинобъективами Астро, Росс, Дальмейер. У нас еще царит большое разнообразие в применяемой оптике, но чаще всего тоже работают объективами Кук «Спид-Панхро» и «Панхро», Астро «Тахар», «Пантахар», «Тахон», «Рошэр» и Росс «Экспресс».

На наружной оправе передней линзы каждого объектива имеются все его основные данные. Там указывается: название фирмы, выпустившей данный объектив, название конструкции объектива, которая говорит о характере изображения, так как операторы и режиссеры должны знать все применяемые на данном производстве объективы, и далее: его фабричный номер, главное фокусное расстояние (обозначается так: $F = 3{,}5$ *см*, или $F = 35$ *мм*) и максимальную светосилу (обозначается 1 : 2).

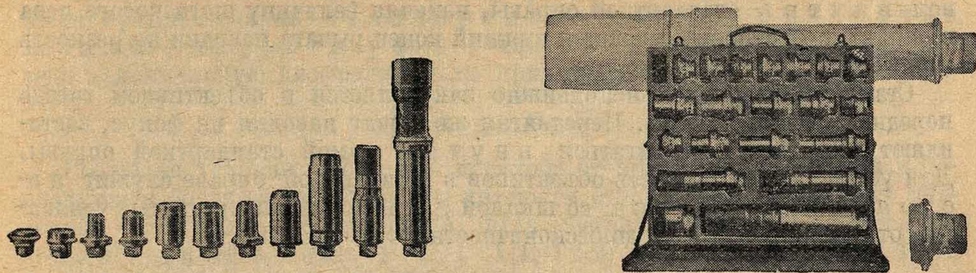


Рис. 57. Наборы съемной оптики

§ 57. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАВОДКИ ОБЪЕКТИВА И ДЛЯ ЕГО ДИАФРАГМИРОВАНИЯ

Каждый объектив, монтированный на киносъемочной камере профессионального типа, обязательно должен иметь специальное приспособление для его наводки на резкость.

Обычно оно состоит в том, что сам объектив при помощи штыкового затвора неподвижно закрепляется в подвижной трубке объективного гнезда, снабженной червячной оправой (как в камерах «Дебри» до модели «JK» включительно, в камерах «Аскания» и др.).

Передвигая специальный рычажок (рычаг наводки на резкость) вдоль специальной шкалы расстояний баретки, мы заставляем внутреннюю трубку червячной оправы гнезда вместе с неподвижно закрепленным в ней объективом выдвигаться наружу больше или меньше. На баретке нанесена специально для данного объектива шкала (шкала наводки на резкость) с цифрами, указывающими, насколько удаленные от аппарата предметы при данном положении рычажка наводки (т. е. при данной установке объектива $d=B$) выйдут на пленке с максимальной резкостью.

В производственных камерах, где имеется набор объективов с различными фокусными расстояниями, существует несколько отдельных шкал, выгравированных на разных гранях баретки. На каждой шкале должно быть обозначено не только F того объектива, для которого она разградуирована, но и его номер, потому что очень часто такая шкала не будет точно подходить для другого объектива с таким же фокусным расстоянием.

Поэтому во время съемок при каждой перемене объектива должна переставляться и шкала наводки на баретке. Учитывая эти неудобства, Дебри сконструировал универсальную или стандартную оправу для объективов, которая позволяет пользоваться одной и той же шкалой наводки для объективов с различными F.

Исходя из постоянства делений шкалы для наводки, а следовательно, и постоянства угловых перемещений рычажка наводки на резкость, Дебри

ввел все необходимые поправки в степени выдвижения трубки с объективом внутрь стандартной оправы, изменяя величину шага косого паза в оправе, по которому движется нижний конец рычага наводки на резкость (рис. 58).

Стандартная оправа неподвижно закрепляется в объективном гнезде передней стенки камеры. Передвигая же рычаг наводки на фокус, заставляют объектив передвигаться внутри самой стандартной оправы. Для установки на резкость объективов в стандартной оправе служит постоянная баретка со шкалой для наводки на предметы, удаленные от камеры от 75 *см* и до бесконечности (∞).

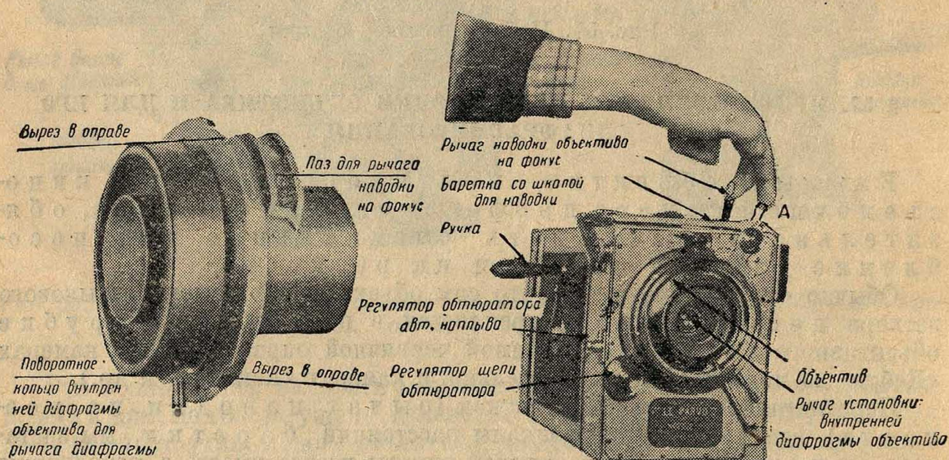


Рис. 58. Объектив в стандартной оправе (слева) и его установка на камере А. Дебри (справа)

Стандартная оправа объективов, несмотря на свою громоздкость, большой вес и стоимость, является наиболее удобной в работе на кинопроизводстве, почему она и получила у нас наибольшее распространение.

Каждый кинообъектив, монтированный на съемочной камере, имеет рычаг, с помощью которого изменяют светосилу объектива в сторону ее уменьшения.

На оправе объектива имеется поворотное кольцо с индексом или с рычагом диафрагмы, против которых находится шкала диафрагм с нанесенными на ней величинами соответствующих светосил. На шкале диафрагм принято распределять цифры таким образом, чтобы при перестановке рычага диафрагмы на соседнее деление шкалы освещенность кадрика изменялась ровно в два раза по сравнению с предыдущим причем при передвигании рычага с меньшей цифры шкалы к большей (например, с 3,2 на 4,5) мы вдвое уменьшаем освещенность кадрика, а при перестановке с большей цифры шкалы на меньшую — вдвое увеличиваем ее.

На Парижском Всемирном фотографическом конгрессе 1900—1902 гг. была принята единая стандартная система нумерации шкалы диафрагм у фото- и кинообъективов, в которой за исходную максимальную диафрагму была принята светосила

$$\frac{D}{F}=1,\ \text{т. е. } D=F.$$

Соблюдая условие, чтобы при переходе от предыдущей меньшей к последующей большей цифре шкалы диафрагм относительная светосила объектива уменьшалась ровно вдвое, была составлена стандартная шкала диафрагм: 1 : 1; 1 : 1,4; 1 : 2; 1 : 2,8; 1 : 4; 1 : 5,6; 1 : 8; 1 : 11,3; 1 : 16; 1 : 22,6; 1 : 32; 1 : 45.

Однако наряду с этой стандартной шкалой диафрагм имеет большое распространение и система Штольца, в которой за исходное наибольшее отверстие взято $\sqrt{10}=3,17\cong 3,2$, причем принцип удвоения экспозиций при передвигании рычага на соседнее деление соблюден и здесь.

Наконец, английская и американская оптика имеет свою нумерацию делений диафрагм, причем за исходную максимальную светосилу берется $\frac{D}{F}=4$ (т. е. диафрагма $n=4$).

В помещаемой ниже табл. 16 даны обозначения делений различных шкал

Таблица 16

Различные шкалы диафрагм кинообъективов

Относительная экспозиция	Стандартная шкала, принятая Всемирным фотоконгрессом 1900—1902 гг.	Континентальная система (Штольца)	Стандартная система (США)	Англо-американская система
1	1 : 1	—	—	F : 2
1,5	—	F : 2,3	—	—
2	1 : 1,4	—	—	F : 2,8
3	—	F : 3,2	—	—
4	1 : 2	—	U.S.1	F : 4
6	—	F : 4,5	—	—
8	1 : 2,8	—	U.S.2	F : 5,6
12	—	F : 6,3	—	—
16	1 : 4	—	U.S.4	F : 8
24	—	F : 9	—	—
32	1 : 5,6	—	U.S.8	F : 11,3
48	—	F : 12,5	—	—
64	1 : 8	—	U.S.16	F : 16
96	—	F : 18	—	—
128	1 : 11,3	—	U.S.32	F : 22
192	—	F : 25	—	—
256	1 : 16	—	U.S.64	F : 32
384	—	F : 36	—	—
512	1 : 22,6	—	U.S.128	F : 45
1024	1 : 32	—	—	—
2048	1 : 46	—	—	—

диафрагм и величина относительной экспозиции, показывающей, во сколько раз изменяется освещенность изображения, даваемого объективом на пленке или на экране, по сравнению с освещенностью, принятой за единицу (т. е. даваемую объективом со светосилой 1 : 1 по стандартной шкале). Для сравнения двух показаний одной и той же шкалы диафрагм следует взять отношение их относительных экспозиций.

§ 58. ОБТЮРАТОР И ЕГО РАБОТА

В киносъемочных камерах при съемке каждого кадрика для регулирования продолжительности выдержки и для закрывания доступа света к пленке на время ее передергивания в фильмовом канале служит обтюратор. Он представляет собой равномерно вращающийся диск с вырезом (щелью) тех или иных размеров. Во всех производственных камерах обтюратор делается с переменной щелью. Он состоит из двух тонких металлических секторов (с центральным углом, большим 180°), насаженных на одну центральную ось и имеющих приспособление, позволяющее сдвигать их относительно друг друга так, что размеры образуемой между их краев щели могут изменяться. Открытие щели обтюратора измеряется в градусах или в условных номерах щелей. В табл. 17 приведены основные данные обтюраторов современных профессиональных киносъемочных камер.

Таблица 17

№ п/п	Название камеры	Максимум раскрытия обтюратора (в градусах)	Изменение угла раскрытия щели обтюратора
1	Советская „ПСК-1“ .	170	от 0 до 170° в любых размерах
2	Советская „КС-2“ . .	170	от 0 до 170° через каждые 10°
3	„Стандарт“ — камера „Бэлл-Хауэлл“ . .	170	от 0 до 170° в любых размерах
4	„Митчелл“	175	от 0 до 175° в любых размерах
5	„Супер-Парво“ А. Дебри	180	7 щелей: щель № 1—25°, каждая последующая на 25—26° больше
6	„Парво-Эль“ А. Дебри	150	7 щелей: щель № 1—20°, № 2—41°; № 3—63°; № 4—84°; № 5—104°; № 6—125° и щель № 7—150°.
7	„Интервью“ А. Дебри	160	4 щели: щель № 1—29°; № 2—58°; № 3—116° и щель № 4—160°

Ось обтюратора системой шестерен соединяется с главным валом механизма камеры, приводимым в движение от ручки или от мотора. При нормальной съемке за один полный оборот ручки камеры обтюратор совершает 8 полных оборотов вокруг своей оси, т. е. за один оборот ручки камера снимает 8 кадриков. При переключении же зубчаток на

мультипликационный ход за один оборот ручки обтюратор совершит всего один оборот. Поэтому время выдержки t каждого кадрика при съемке будет зависеть от величины угла α раскрытия щели обтюратора и от скорости съемки V, выраженной в кадриках в 1 секунду.

Для подсчетов времени выдержки t при различных углах раскрытия щели обтюратора существует следующая формула обтюратора:

$$\text{время выдержки } t = \frac{\alpha}{360V} \text{ сек.}$$

При нормальной съемке скорость (V) всегда остается постоянной и поэтому для изменения времени выдержки t мы изменяем только угол раскрытия щели обтюратора (α). Поэтому во время съемок всегда нужно знать тот угол раскрытия щели, который имеет в данный момент обтюратор. С этой целью съемочные камеры снабжаются специальными указателями угла раскрытия щели обтюратора, которые либо дают ее в градусах (как на «Аскании», «Эклере», «Бэлл-Хауэлле», «Митчелле» и т. д.) или в условных единицах (щель № 1, № 2, № 3, № 4 и т. д. до № 7, как у всех камер системы «Дебри»). Время выдержки при различных углах раскрытия щели обтюратора указано в табл. 18.

Изменение угла раскрытия щели обтюратора в современных камерах может производиться вручную как до начала съемок, так и во время их проведения, не прекращая вращения ручки. Некоторые же камеры («Дебри», «Эклер» и др.) снабжены специальными механизмами, состоящими из системы переключающихся зубчаток, которые позволяют во время съемки или равномерно открывать (до назначенного максимума) или постепенно закрывать щель обтюратора. Такие механизмы называются автоматическим наплывом.

§ 59. ФИЛЬМОВЫЙ КАНАЛ И ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ ПЛЕНКУ МЕХАНИЗМЫ

Сзади обтюратора внутри камеры против объектива помещается экспозиционное окошко фильмового канала, в котором проходит негативная пленка (рис. 59). Его назначение: строго ограничивать участок экспонируемой пленки (кадрировать), держать пленку во время самой съемки в разглаженном состоянии и во время ее продвижения свободно пропускать через себя.

В конструкции имеются: дверца с вырезом экспозиционного окошка, прижимные ролики, салазки или рамка и гладкий полированный канал, который делается обычно из нержавеющей стали. Одна половинка его неподвижно укрепляется на основной раме аппарата и представляет собой пластинку с полированным каналом для пленки, которая касается его только краями с перфорацией, скользящими по специальным шинам. Второй половинкой канала является дверца. Пленка в канале не должна иметь никакого люфта. В съемочных камерах «Дебри» в фильмовом канале применяется пуль-

Таблица 18

Время выдержки при различных углах раскрытия щели обтюратора

Угол α раскрытия щели обтюратора (в градусах)	Скорость съемки *V* (в кадр/сек.) 1 кадр в сек.	16 кадров в сек.	18 кадров в сек.	20 кадров в сек.	24 кадров в сек.	Примечание
	Выдержка t (в долях секунды)					№ условных щелей обтюратора и название камеры
5	1/72	1/1152	1/1296	1/1440	1/1728	
10	1/36	1/576	1/648	1/720	1/864	
20	1/18	1/288	1/324	1/360	1/432	Щель № 1 „Парво-Эль“ А. Дебри
30	1/12	1/192	1/216	1/240	1/288	Щель № 1 „Интервью“
40	1/9	1/144	1/162	1/180	1/216	Щель № 2 „Парво-Эль“ А. Дебри
50	1/7	1/115	1/129	1/148	1/173	Щель № 2 „Интервью“
60	1/6	1/96	1/108	1/126	1/144	Щель № 3 „Парво-Эль“ А. Дебри
70	1/5	1/82	1/92	1/102	1/123	
80	ок. 1/4	1/72	1/81	1/90	1/108	Щель № 4 „Парво-Эль“ А. Дебри
90	1/4	1/6	1/72	1/80	1/96	
100	1/3,6	1/5	1/65	1/74	1/86	Щель № 5 „Парво-Эль“ А. Дебри
110	—	1/52	1/59	1/64	1/79	Щель № 3 „Интервью“
120	1/3	1/48	1/54	1/60	1/72	Щель № 6 „Парво-Эль“ А. Дебри
130	—	1/44	1/50	1/54	1/66	
140	—	1/41	1/46	1/50	1/62	Щель № 7 „Парво-Эль“ А. Дебри
150	—	1/38	1/43	1/46	1/58	
160	—	1/36	1/40	1/44	1/54	Щель № 4 „Интервью“
170	—	1/34	1/36	1/42	1/51	
180	1/2	1/32	1/32	1/40	1/48	

с и р у ю щ а я   р а м к а. Она плотно прижимает пленку к экспозиционному окошку во время съемки и отходит назад от пленки во время ее перетягивания грейфером, что гарантирует отсутствие царапин на слое эмульсии.

В фильмовом канале пленка перетягивается при помощи г р е й ф е р а. В основном он состоит из вилки, зубцы которой в х о д я т   в   о т в е р с т и я   п е р ф о р а ц и и   п л е н к и   и   п е р е т я г и в а ю т   п л е н к у вниз на величину одного кадра. После остановки пленки зубцы в ы х о д я т   и з   п е р ф о р а ц и и и на холостом ходу п о д н и м а ю т с я   н а   в е л и ч и н у   о д н о г о   к а д р а   в в е р х с тем, чтобы опять повторить эти основные четыре такта своей работы (рис. 60).

Образец грейферного механизма аппаратов системы «Дебри» показан на рис. 61 и 62. На них видно: основную вертикальную ось *9* с укрепленной на ней горизонтальной конической зубчаткой *1*, которая приводит в дви-

жение сцепленную с ней вертикальную зубчатку *2*. На зубчатке эксцентрично на свободно вращающейся оси помещается палец грейфера *3*, входящий

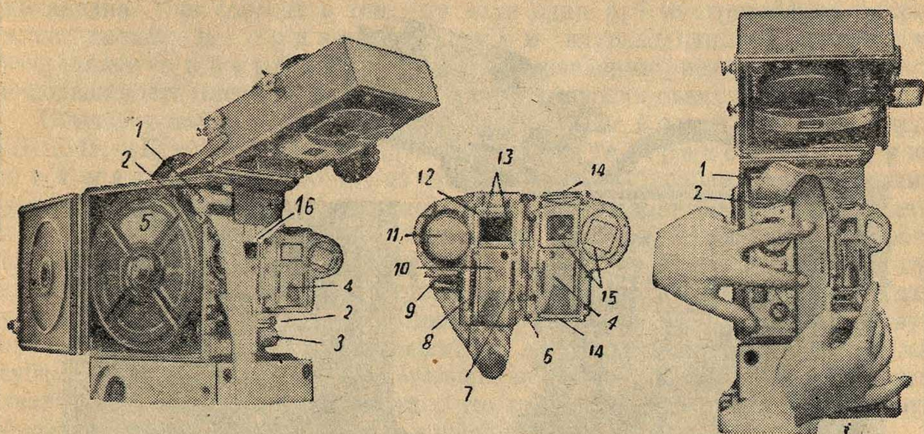


Рис. 59. Фильмовый канал с экспозиционным окошком (в центре) и зарядка в него пленки: *5* — подающая кассета; *1* и *3* — зубчатые барабаны транспортирующего механизма с прижимными роликами *2*; *4* — дверца фильмового канала с кадровым вырезом *15*; *10* — экспозиционные окна; *16* — фильмовый канал с роликами *14* и шинами *8*; *12* — прижимная рамка; *7* — зубцы грейфера; *13* — зубцы контргрейфера; *11* — матовое стекло; *9* — замок дверцы фильмового канала

в косой вырез *6* пластинки *5* с грейферной вилкой, которая свободно передвигается в *горизонтальной плоскости* между направляющих пластин *4*. В этих пластинках имеются *прямые* вырезы, направляющие штифт *3* пальца грейфера *10*. Между этих пластин *3* находится подвижная пластинка *5* с фасонным вырезом *6*, в котором ходит штифт *3* пальца грейфера *10*, и с двумя зубцами (вилкой), входящими в отверстия перфорации. Во избежание неточности в передвигании пленки вперед и назад зубцы грейфера делаются «заполняющими» отверстия перфорации.

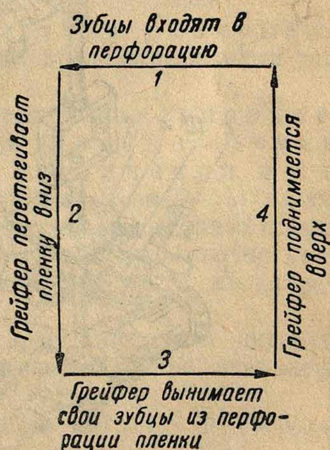


Рис. 60. Четыре такта работы грейфера

Для обеспечения абсолютной неподвижности пленки в момент экспонирования в некоторых камерах имеется еще *контргрейфер*. Он вводит свои зубцы в нижние отверстия перфорации непосредственно за снимаемым кадриком, как только пленка остановилась, и остается в таком положении до того момента, пока грейфер вынет свои зубцы и начнется съемка.

Контргрейфер убирает свои зубцы из перфорации пленки лишь после того, как грейфер совершит холостой ход вверх и полностью вставит свою вилку в отверстия перфорации пленки. В современных американских съемочных камерах («Бэлл-Хауэлл», «Мит-

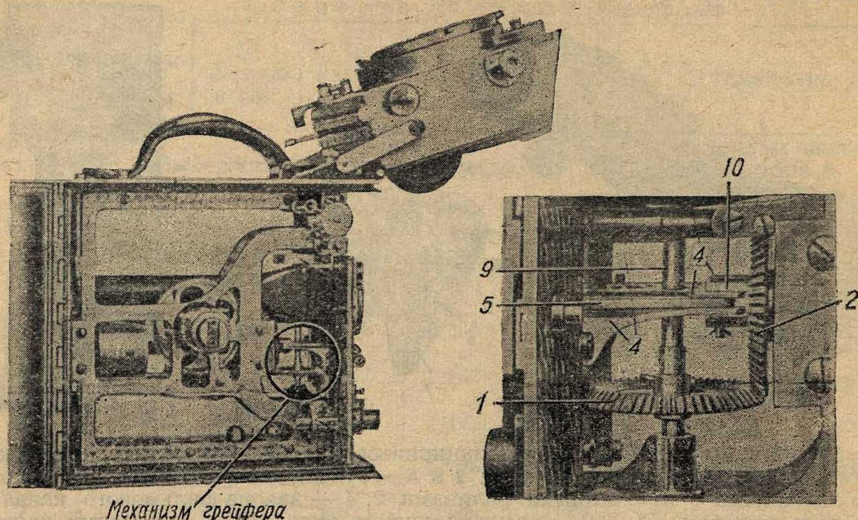


Рис. 61. Грейферный механизм А. Дебри: *1* — его расположение в аппарате; *2* — детали его устройства

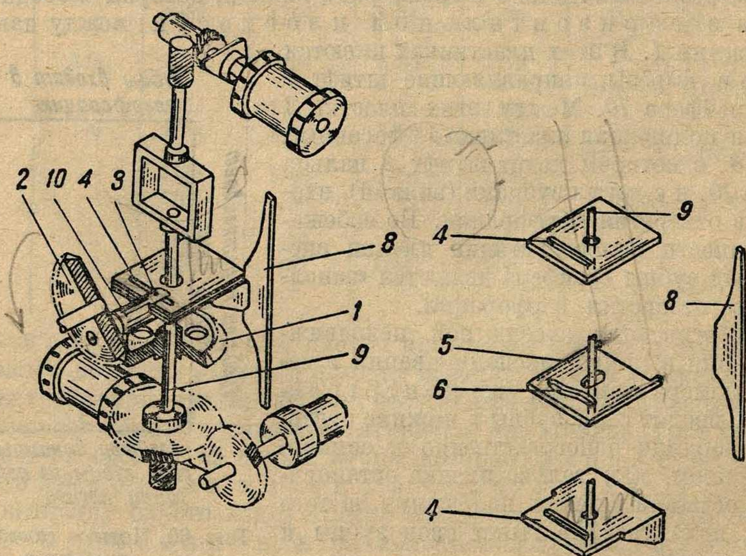


Рис. 62. Детали грейферного узла аппарата Дебри

челл» выпуска 1935 г. и др.), которые дают совершенно устойчивое, неподвижное изображение границ кадра, применяется новая конструкция механизма. Она состоит в том, что если один зуб контргрейфера закрепляет пленку в горизонтальном направлении, то другой зуб закрепляет ее в вертикальном направлении; поэтому абсолютная неподвижность пленки в фильмовом канале во время съемки гарантирована.

Обычно у камер с кассетами, расположенными в одной плоскости (типа «ПСК-1», «КС-2», «Бэлл-Хауэлл», «Митчелл» и др.) транспортирующий механизм состоит из одного зубчатого барабана с прижимными роликами, который своей верхней половиной подает пленку из кассеты к фильмовому каналу с экспозиционным окошком, а нижней — убирает пленку от него к приемной кассете. В тех же съемочных аппаратах, где кассеты расположены в двух параллельных друг к другу плоскостях (как у «Дебри», «Аскания» и др.), транспортирующий механизм состоит из двух зубчатых барабанов с прижимными и направляющими роликами. Оси зубчатых барабанов транспортирующего механизма соединены с остальным механизмом съемочной камеры так, что при вращении ручки камеры эти барабаны вращаются непрерывно и равномерно.

§ 60. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СЪЕМОЧНЫХ КАМЕР

Каждая современная производственная киносъемочная камера имеет целый ряд дополнительных приборов и приспособлений (рис. 63), облегчающих и уточняющих работу с ней. К их числу надо отнести:

Лупу для наводки, через которую видно увеличенное изображение снимаемого кадра.

Наружные видоискатели, служащие для примерного определения того, что «видит» объектив камеры.

Регуляторы для изменения угла раскрытия щели обтюратора, служащего для изменения продолжительности экспозиции при съемке.

Приспособления для ручного или автоматического постепенного раскрывания или закрывания щели обтюратора во время съемки, при помощи которых делаются наплывы, затемнения и т. п.

Метчик или пробойник, нажав который мы высекаем на пленке маленькую дырочку, отмечающую, что здесь кончился кусок одной съемки и начинается съемка другой сцены. Такие пробивки на снятой пленке необходимы, потому что на ней до проявки никаких видимых следов изображения еще нет.

Тахометры, показывающие скорость вращения ручки аппарата во время съемки, обычно выраженную в количестве кадриков, снимаемых в одну секунду.

Счетчики количества заснятой пленки (в метрах, в оборотах ручки камеры и в кадриках).

Наружные дополнительные насадки, помещенные обычно перед объективом камеры на специальных подставках (супортах) для предохранения объектива от попадания в него постороннего света (всевозможные тубусы, гармоники, зонты, бленды и т. п.) и для получения различных эффектов съемочного порядка (светофильтры, матовые стекла с вырезом, сетки, каше, виньетки, наружные диафрагмы и т. п.).

В настоящее время профессиональные камеры снабжаются небольшим электромотором; он прикрепляется к аппарату или вмонтирован в его конструкцию (как в аппаратах «КС-2», «Супер-Парво» и др.) и питается током от обычной городской электросети или от специальных аккумуляторов. Небольшим реостатом, обычно монтированным на самом моторе, можно регулировать скорость вращения его оси в нужных для съемки пределах.

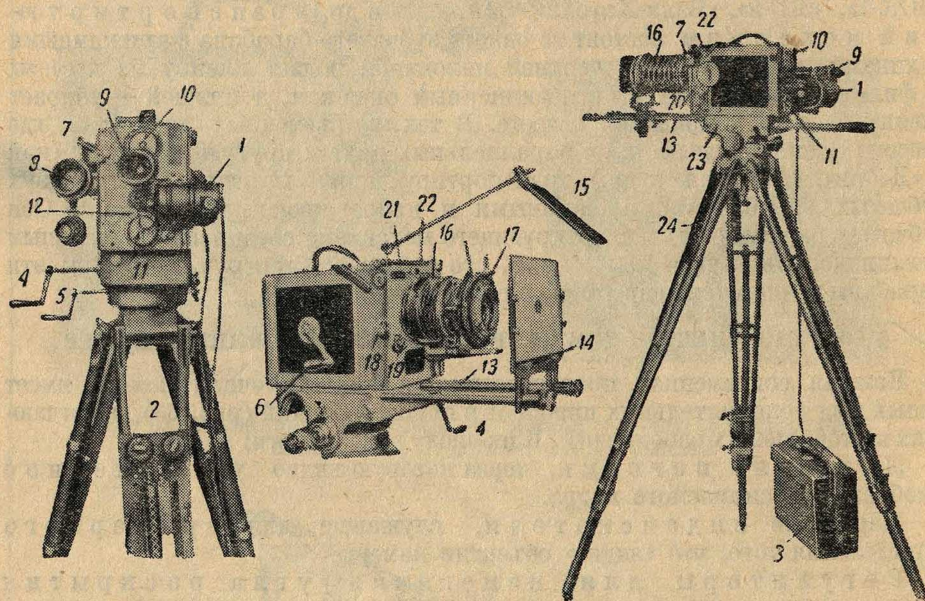


Рис. 63. Дополнительное оборудование киносъемочных камер. Слева (вид сзади): *9* — лупа для наводки; *7* — наружный видоискатель; *12* — метчик; 11 — тахометр; *10* — счетчик; *1* — электромотор с реостатом *2*; *4*—ручка от горизонтальной панорамы и *5* — ручка от вертикальной панорамы головки штатива; *8* — оптический видоискатель. В центре съемочная камера «Дебри» для съемки немых фильмов (вид спереди): *6* — ручка камеры; *22* — рычаг для наводки объектива на фокус; *21* — баретка со шкалой; *16* — гармоника-тубус, закрывающий объектив; *17* — наружная ирисовая диафрагма; *15* — зонтик; *13* — супорт, на котором установлена рама *14* с матовым стеклом с вырезом; *19* — регулятор для изменения угла раскрытия щели обтюратора; *18* — приспособление для ручного наплыва. Справа — производственная съемочная камера «Дебри-Эль» на штативе (вид сбоку): *1* — электромотор; *3* — аккумуляторы; *9* — лупа для наводки; *7* — наружный видоискатель; *22* — рычаг для наводки на фокус; *10* — счетчик; *11* — тахометр; *23* — головка штатива; *24* — ножки штатива; объектив закрыт тубусом — гармоникой *16*, укрепленной на супорте *13*.

Для немых съемок электромоторами пользовались сравнительно редко. Но с приходом звукового кино все синхронные съемки стали производиться только с помощью мотора (рис. 64). По немецким данным для киносъемки со скоростью до 24 кадров в 1 сек. достаточен мотор мощностью в $\frac{1}{35}$ HP. Для достижения больших скоростей требуются и более мощные моторы. Так, для скорости съемок в 50 кадров в 1 сек. мотор должен иметь мощность

$\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$ HP; для скорости съемок в 100 кадров в 1 сек. требуется мотор $\frac{1}{3}$ HP для переменного тока или в $\frac{1}{2}$ HP — для постоянного.

При установке мотора он соединяется с хрупким механизмом камеры через предохранительную фрикционную коробку, которая при чрезмерных напряжениях или при заедании механизма камеры заставляет мотор работать вхолостую или выключает его совсем.

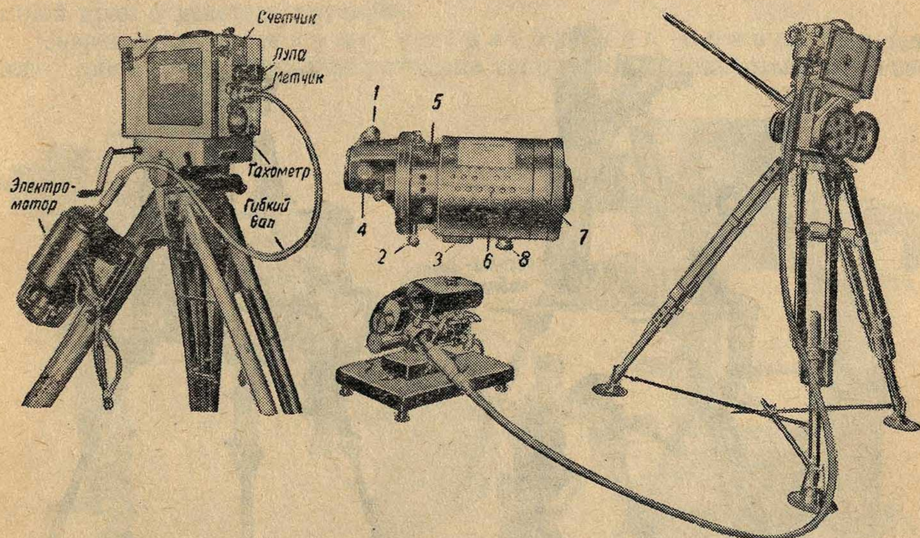


Рис. 64. Моторы для киносъемочных камер. Слева — электромотор для синхронных звуковых съемок. Справа — бензиновый мотор «Аскания». В центре — блок-мотор А. Дебри к аккумуляторной батарее 24V; *1* — ось мотора, соединяющаяся с осью съемочной камеры; *2* — винт крепления мотора к камере; *3* — гнездо штепселя; *4* — прилив с передачей; *5* — мотор; *6* — реостат; *7* — выключатель; *8* — регулировка реостата

Для обслуживания киносъемочных аппаратов в экспедициях фирма «Аскания» выпустила специальный бензиновый мотор мощностью в 1,2 HP, монтированный на специальной подставке, которая является радиатором для охлаждения цилиндра. Работа мотора передается камере при помощи трехметрового гибкого вала и фрикционной головки.

При съемке звуковых фильмов, когда два различных аппарата (киносъемочный и звукозаписывающий) должны работать одновременно и с одинаковыми скоростями, применяются специальные синхронные электромоторы. Работают они от третьей вспомогательной электромашины или без нее путем соответствующего включения в общую электрическую цепь.

Во время съемки камера устанавливается и укрепляется на штативе, раздвижные ножки которого позволяют изменять его высоту и положение. Каждый штатив состоит из головки, на которой укрепляется съемочная камера, и ножек. Высота обычных штативов при выдвинутых

ножках 1,75—1,85 *м*. Для съемки с пониженной точки зрения применяются специальные штативы, которые называются «лягушками», на очень коротких (15—25 *см*) ножках, а для съемки с повышенной точки (что важно при съемке демонстраций, массовок и т. п.) — штативы высотой в 3 *м* и так называемые штативы-партикабли (рис. 65).

Современные штативы имеют универсальную головку, которая путем вращения специальных ручек может плавно поворачивать камеру в горизонтальной плоскости (при съемке горизонтальной

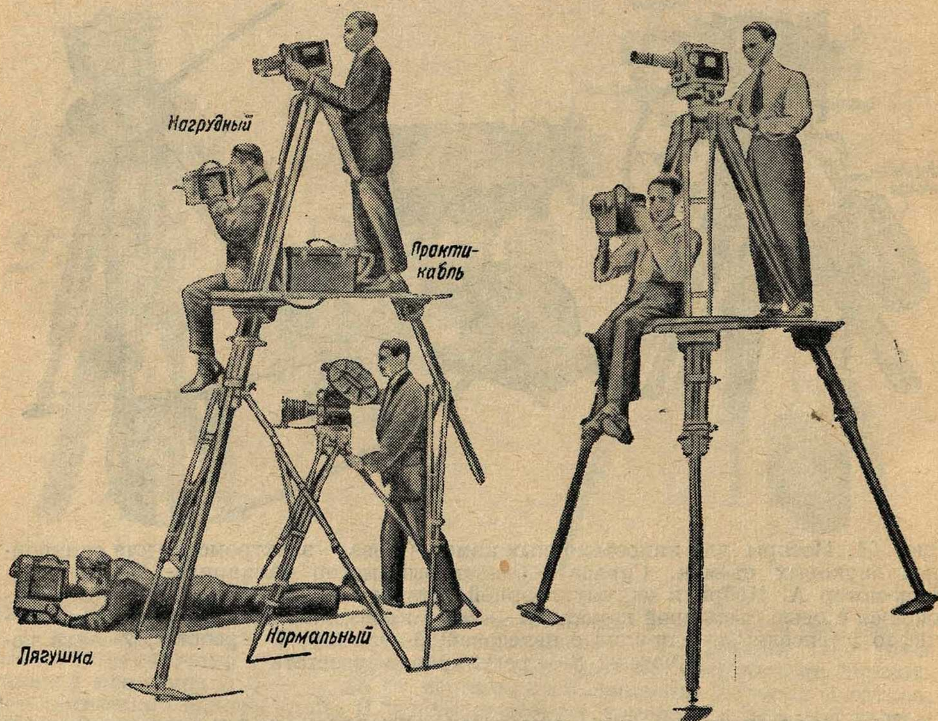


Рис. 65. Различные типы штативов

панорамы) или наклонять ее в вертикальной плоскости (при вертикальной панораме). Наконец, путем освобождения обеих панорам можно панорамировать по любым косым линиям и делать быструю перекидку.

Недавно появились электрофицированные штативы, которые во время съемок могут бесшумно передвигаться по ровному полю в любом направлении с различными скоростями, одновременно с этим поднимая или опуская, наклоняя или поворачивая съемочную камеру (рис. 66).

В настоящее время на смену передвигающимся штативам появились сложные и технически более совершенные операторские краны, открывающие большие творческие возможности (рис. 67). Наиболее со-

вершенные операторские краны, применяемые на американском кинопроизводстве, делаются двух типов.

Краны-штативы или легкие краны (ротамбуляторы) приспособлены для съемки любой звуковой камерой и представляют собой устойчивую колесную тележку с поворачивающейся вокруг своей оси на 360° горизонтальной площадкой, управляемой штурвалом. На этой площадке установлены небольшой кран и сидение оператора. Кран может изменять высоту положения камеры в достаточных размерах. Приводится такой кран в действие вручную.

Современные тяжелые операторские краны представляют собой сложные и дорогостоящие сооружения (стоимостью до 50 000

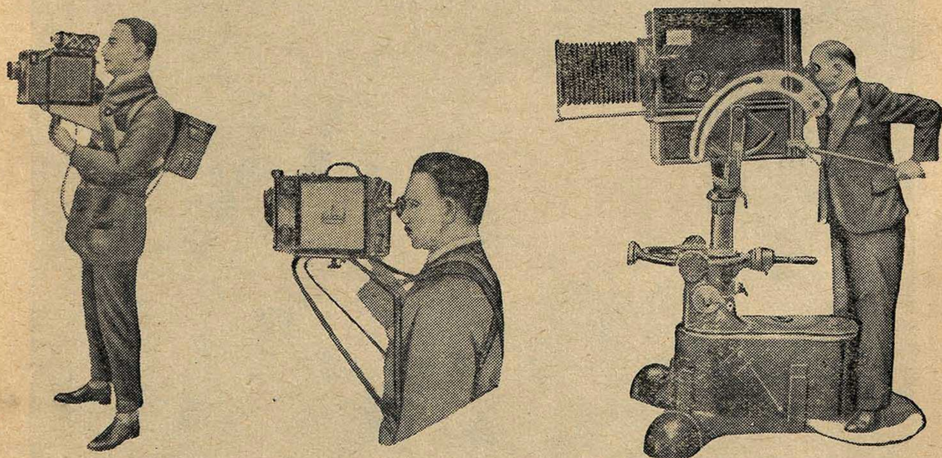


Рис. 66. Слева — нагрудные штативы; справа — моторный штатив

долларов). Они поднимают и перемещают в пространстве по заданным направлениям площадку, на которой помещаются съемочная камера в звуконепроницаемом боксе, операторы, две лампы для подсветки и микрофон.

В настоящее время операторские краны применяются и на кинопроизводстве в СССР. Есть краны и советской конструкции.

Современные хорошие микрофоны обладают большой чувствительностью и улавливают звук работы киносъемочной камеры, если она расположена ближе 2 *м*. Поэтому при синхронных съемках камеру обычно помещают внутри специального звукоизолирующего чехла — бокса, который изготовляется из самых разнообразных материалов (из свинца, из губчатой резины, из войлока и из других звукопоглощающих материалов).

На некоторых кинофабриках обычный киносъемочный аппарат вместе с оператором и режиссером помещали в специальные звуконепроницаемые кабинки, из которых съемка производилась сквозь двойное зеркальное стекло. Кабина снабжалась колесами, на которых она могла передвигаться и во время съемок (рис. 68). Связь с актерами производилась путем световой сигнализации.

На кинопроизводстве, в особенности на съемке хроникальных фильмов,

применяются и автоматы, т. е. легкие и портативные съемочные аппараты, снабженные специальным пружинным заводом, который автоматически производит съемку (рис. 69). Обычно такими автоматами снимают без штатива с рук или с плеча. Некоторые из таких камер могут производить съемку в любом положении и без оператора с помощью специального с а-

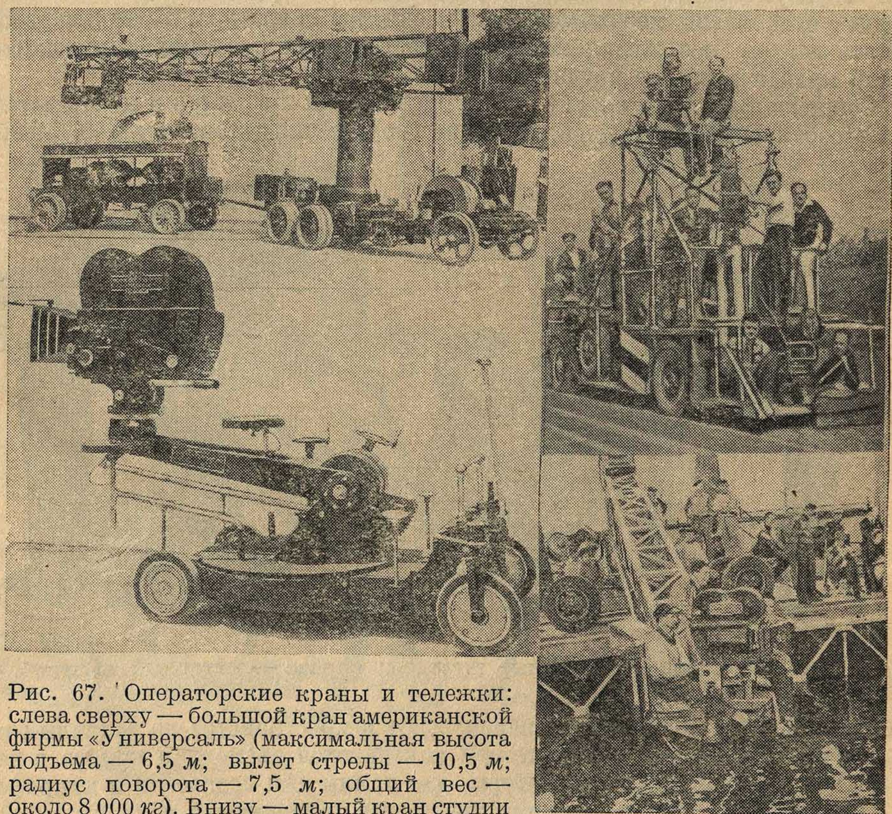


Рис. 67. Операторские краны и тележки: слева сверху — большой кран американской фирмы «Универсаль» (максимальная высота подъема — 6,5 *м*; вылет стрелы — 10,5 *м*; радиус поворота — 7,5 *м*; общий вес — около 8 000 *кг*). Внизу — малый кран студии «Мосфильм» — ротамбулятор (вылет стрелы — 1 *м* 25 *см*; вес — 400 *кг*, регулировка вручную). Справа вверху: автомобиль, оборудованный для съемки с движения; внизу — работа с краном на натурной съемке

моспуска, который через заданный промежуток времени нажмет кнопку спуска и автоматически произведет съемку. Наиболее производственно оправдавшими себя автоматами являются камеры «Аймо» и подобная ей советская камера «КС-4».

«Аймо» имеет кассеты на 30 *м* пленки. Полный завод пружины протягивает до 15 *м* пленки со скоростью 18 или 24 кадра в 1 сек. Размеры камеры: 20×16×11 *см*. Вес — 3,5 *кг*. Эта камера интересна тем, что ее можно установить на штативе, присоединить электромотор и поставить наружные кассеты емкостью в 60 или даже в 120 *м* и тем самым превратить ее в обычную производственную камеру.

Советские хроникерские автоматы сделаны по типу «Аймо». Автоматы позволяют снимать самые необычайные кадры и с таких точек, откуда снять тяжелой профессиональной камерой невозможно. Поэтому их обычно и включают в набор аппаратуры при натурной съемке, для работы на летящем самолете или на мчащемся автомобиле и т. п.

Советская киномеханическая промышленность уже выпустила достаточное количество киносъемочных аппаратов оригинальных советских

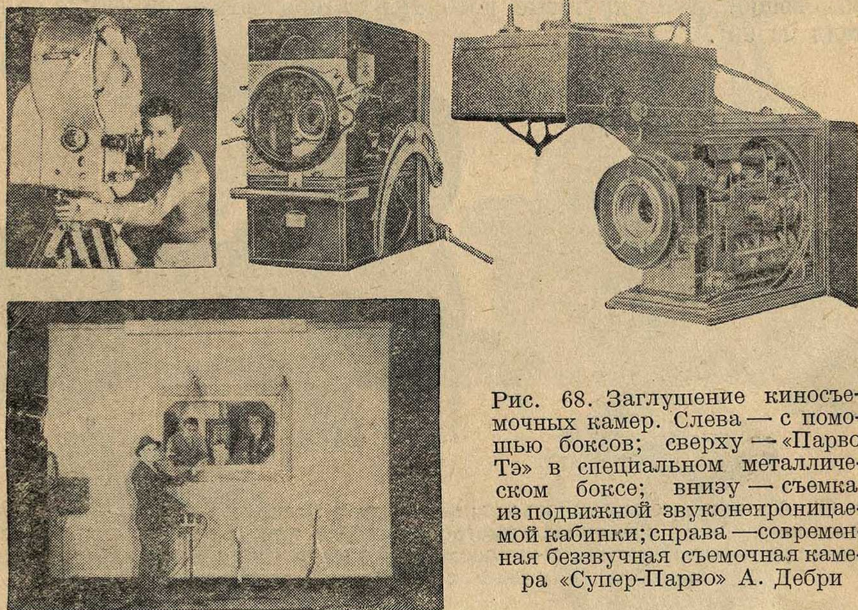


Рис. 68. Заглушение киносъемочных камер. Слева — с помощью боксов; сверху — «Парво Тэ» в специальном металлическом боксе; внизу — съемка из подвижной звуконепроницаемой кабинки; справа — современная беззвучная съемочная камера «Супер-Парво» А. Дебри

конструкций. Среди них отметим хроникальный автомат для съемки с рук конструкции Гольдштейна и Баскакова; стационарную хроникерскую камеру с кассетами на 60 *м* «Хроникон» конструкции Н. Константинова; специальную камеру Леонтовича для подводных съемок; камеру «Конвас» (В. Константинова), профессиональные камеры, разработанные Ленинградским институтом киноинженеров (ЛИКИ) и построенные Ленинградским заводом киноаппаратуры (Ленкинап) «КС-1» (Киносъемочная № 1); «КС-2», «КС-3», «КС-4», ЦКС (Цветная киносъемочная); построенные Научно-исследовательским кинофотоинститутом (НИКФИ): «ПСК-1» (Прецизионная киносъемочная № 1) и др.

Советские киносъемочные камеры «КС-2», «ПСК-1» показаны на рис. 70. Камера «КС-2» принадлежит к типу бесшумных, пригодных для съемки звуковых фильмов без дополнительного заглушения. Пленка движется в одной плоскости. Кассеты наружные емкостью 300 *м*. Камера снабжена электромотором, включенным в ее конструкцию. Оптика сменная. Камера снабжена лупой для наводки, счетчиками и другим дополнительным оборудованием. Камера устанавливается на штативе советской конструкции.

Новая советская киносъемочная камера профессионального типа «Кон-

вас», конструкции В. Константинова, имеет следующие данные: размер камеры: 26×19,6×15,2 *см*; емкость кассет — 120 *м*; щель обтюратора переменная — от 0 до 165°. Механизм камеры имеет пульсирующую рамку в фильмовом канале, грейфер и контргрейфер, обеспечивающие максимальное стояние кадра. Камера снабжена матовым стеклом, лупой, счетчиками, пробойниками, демультипликатором и т. п. Оптика сменная. В целях заглушения внутренняя сторона корпуса выложена пробкой. К камере выпущен специальный штатив жироскопического (инерционного) типа, позволяющий делать круговые повороты по горизонтали на 360° и по вертикали на 90°.

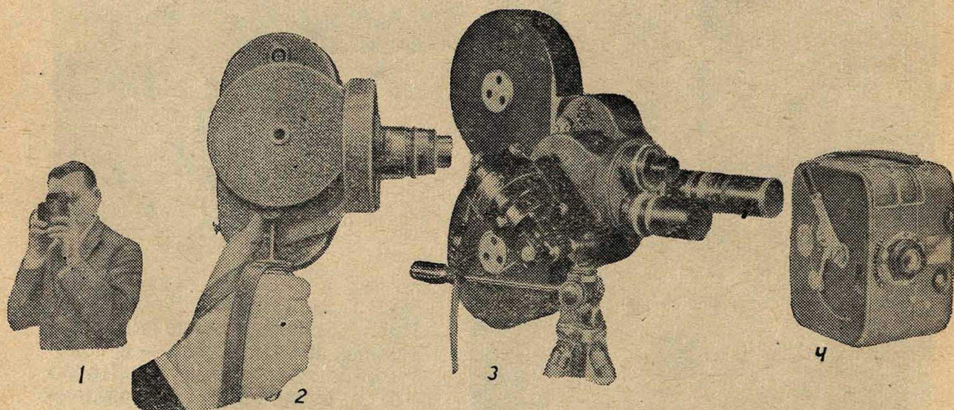


Рис. 69. Автоматические киносъемочные камеры Слева направо: *1* — пятиметровый автомат «Септ»; *2* — тридцатиметровая «Аймо» при съемке с рук; *3* — та же «Аймо» с дополнительными 120-*м* кассетами и электромотором; *4* — двадцатипятиметровая «Кинамо» с пружинной приставкой

Камера и штатив имеют большое количество остроумных и совершенно оригинальных деталей, делающих ее одним из лучших современных киносъемочных аппаратов. Камера «ПСК-1», сконструированная в НИКФИ, в основном напоминает конструкцию лучших американских съемочных аппаратов «Бэлл-Хауэлл» с теми же основными данными. Советское кинопроизводство постепенно переходит на вооружение наших киностудий советской съемочной аппаратурой, качество которой не уступает лучшим заграничным образцам.

АППАРАТУРА ДЛЯ ЗАПИСИ ЗВУКА

§ 61. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЗАПИСИ ЗВУКА

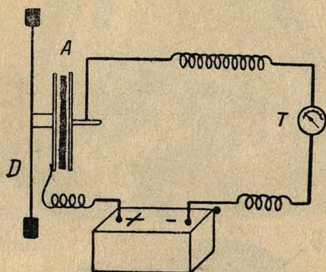
Звук для фильма записывается о т д е л ь н о от немого изображения, причем в настоящее время на кинопроизводстве применяется исключительно э л е к т р о з а п и с ь, или м е х а н и ч е с к а я запись звука на грампластинке, или о п т и ч е с к а я запись (фотографирование) звука на к и н о п л е н к е (фонограмма). Имеются еще и другие способы записи звука (например, намагничиванием стальной ленты—способ Паульсена-Штилле и др.), но они еще не получили промышленного значения.

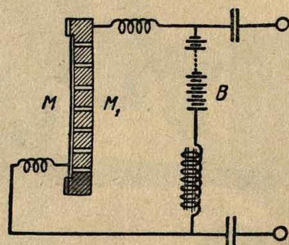
Рис. 70. Советские киносъемочные камеры «КС-2» (сверху) и «ПСК-1» (внизу). *1* — корпус, *2* — револьверная головка объективов; *3* — рабочий объектив; *4* — визир; *5* — лупа сквозной наводки; *6* — кассеты; *7* — электромоторы; *8* — штатив, *9* — тубус;

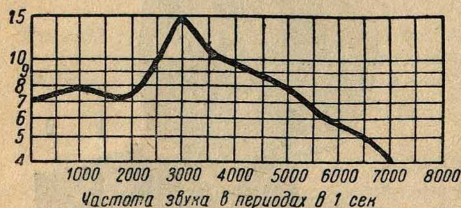
По какой бы системе ни производилась запись звука, всегда имеет место следующая принципиальная схема: микрофон — усилитель — звукозаписывающий аппарат — материал, на котором производится запись фонограммы, а при звуковой проекции всегда будет обратная схема: фонограмма — преобразователь ее в электрические колебания — усилитель — репродуктор (громкоговоритель).

§ 62. МИКРОФОНЫ ДЛЯ ЗВУКОЗАПИСИ

Под влиянием ударяющихся в мембрану D угольного микрофона звуковых волн она прогибается и спрессовывает угольный порошок A, заполняющий капсуль микрофона (рис. 71 слева). Вследствие этого изменяется электрическое сопротивление микрофо-







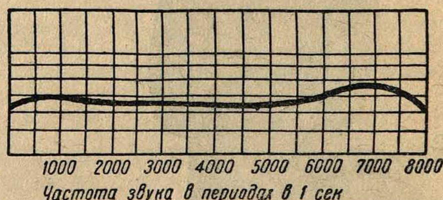


Рис. 71. Принципиальные схемы работы микрофонов угольного (слева) и конденсаторного (справа). Внизу даны образцы соответствующих частотных характеристик

на. Через микрофон от специальной батареи проходит постоянный ток определенной силы и напряжения. Понятно, что когда под действием падающих на мембрану звуковых волн будет изменяться сопротивление микрофона, точно так же мгновенно будет изменяться и сила тока в этой электрической цепи.

Эти изменения силы тока, проходящего через микрофон, крайне незначительны, и поэтому микрофонный ток сначала направляют в усилитель, где катодные лампы усиливают этот переменный по силе ток в тысячи и десятки тысяч раз, после чего он и направляется в звукозаписывающий прибор.

На кинопроизводстве обычно применяются не капсульные угольные микрофоны, а угольные микрофоны Рейсса, советские ММЗ и другие, в

которых угольный порошок заключен в мраморную оправу. Однако угольные микрофоны дают шум от нагревания угольного порошка во время съемок и в известных условиях искажают звукопередачу. Поэтому в настоящее время на киностудиях чаще применяются конденсаторные, ленточные и электродинамические микрофоны.

Основная схема устройства конденсаторного микрофона показана на рис. 71 справа. Он состоит из двух близко (1,1—0,002 *мм*) расположенных друг к другу металлических пластин: тонкой мембраны M и толстой пластины M_1. Эти пластины включены в электрическую цепь с батареей питания (обычно с напряжением около 80 *в*).

Когда во время съемки звуковые волны, набегая на тонкую мембрану M, заставят ее то прогибаться и приближаться, то удаляться от толстой пластины M_1, величина электрической емкости между этими пластинами будет изменяться пропорционально силе звуковых волн. Посредством специальной схемы включения микрофона изменения его электрической емкости преобразовываются в изменение электрического напряжения, которое повышается специальным усилителем (в 2—3 лампы), монтируемым на самом микрофоне. Конденсаторные микрофоны почти не дают искажений и поэтому применяются при киносъемках.

Наиболее распространенными конденсаторными микрофонами на кинопроизводстве являются микрофоны «RCA», «Вестерн-Электрик», «Вестингауз», «Сименс» и советские микрофоны Центральной радиолаборатории. Сейчас при съемках применяются и специальные двухсторонние микрофоны и микрофоны направленного действия.

Первые из них имеют две мембраны различной чувствительности, расположенные с разных сторон микрофона. Они применяются в тех случаях, когда требуется одновременно записать звуки различной силы (например, тихую речь на фоне музыки). Направленные микрофоны улавливают не все звуки, а лишь те, которые падают на них в пределах тех или иных телесных углов по отношению к его мембране.

Качество каждого микрофона выражается его частотной и амплитудной характеристикой, показывающей, как он передает различные звуки (с различной частотой и с различной силой). Чем длиннее в частотной характеристике прямолинейный участок, тем микрофон лучше. Для образца на рис. 71 внизу показаны частотные характеристики для угольного и для конденсаторного микрофонов, из которых мы видим, что последний дает лучшие результаты.

Назначение микрофона, какой бы конструкции он ни был, заключается в улавливании им звука и в превращении их в соответствующие изменения силы электрического тока в его цепи, которые в дальнейшем могут быть записаны тем или иным способом.

§ 63. СХЕМА УСТРОЙСТВА УСИЛИТЕЛЯ

В трехэлектродной катодной лампе от изменения напряжения электрического тока на сетке происходит пропорциональное изменение напряжения и в цепи анода. Это явление позволяет использовать такую катодную лампу

в качестве усилителя. На рис. 72 показана принципиальная схема усиления звука катодной лампой. На этой схеме видны два электрических замкнутых контура. Первый состоит из микрофона, проводов, первичной обмотки трансформатора и батареи питания микрофона. Второй контур состоит из батареи накала, питающей катод лампы; к положительному контакту этой батареи присоединен один конец вторичной обмотки трансформатора; другой конец соединен с сеткой лампы. Поток электронов от катода лампы, пройдя через сетку к аноду, замкнет цепь между катодом лампы и положительным полюсом анодной батареи, отрицательный полюс которой соединен с катодом лампы через телефон и отрицательный полюс батареи накала.

Действие этого усилительного устройства заключается в том, что микрофонный ток, напряжение которого предварительно увеличено при помощи трансформатора, подведен к сетке катодной лампы. При постоянстве

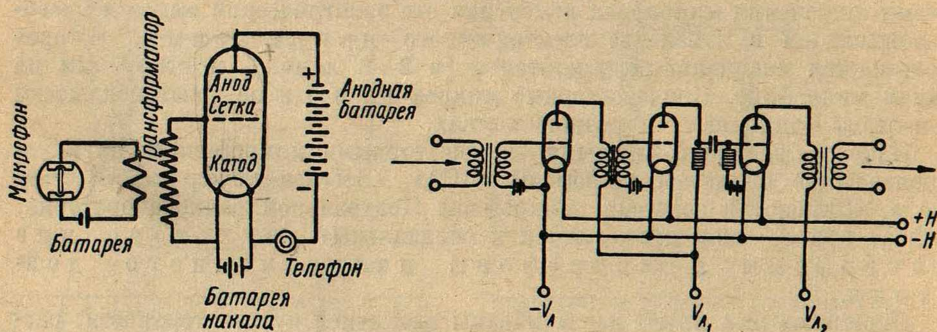


Рис. 72. Принципиальная схема усиления звука катодной лампой (слева) и схема трехлампового усилителя (справа)

температуры накала нити катода и напряжения на аноде ток, проходящий через лампу, будет зависеть от напряжения, подведенного к сетке лампы.

Но к сетке подведен периодически меняющий свое напряжение микрофонный ток; следовательно, и электрический ток, проходящий через лампу от катода к аноду, будет иметь точно такие же изменения напряжения, как и у микрофонного, но значительно большей силы. Объясняется это тем, что в цепи проходит более сильный ток за счет включения анодной батареи, которая и является источником этой дополнительной мощности.

В современных усилителях обычно устанавливается несколько катодных ламп, причем усиленный ток от одной лампы через трансформатор подводится к сетке второй, ток от второй лампы через трансформатор подводится к сетке третьей и т. д. Каждая из них увеличивает силу тока во много раз против предыдущей лампы. Схема подобного трехлампового усилителя дана на рис. 72. О качестве работы каждого усилителя мы судим по их частотным характеристикам. Чем большее количество звуков различной частоты они увеличивают без нарушения пропорциональности, тем лучше будет данный усилитель.

§ 64. ЭЛЕКТРОЗАПИСЬ ЗВУКА НА ГРАММПЛАСТИНКУ

Механическая или граммофонная запись звука (рис. 73) состоит в том, что усиленный микрофонный ток подводится к обмотке якоря, помещенного между полюсами подковообразного магнита. На нижнем конце якоря укреплен резец, обычно выточенный из алмаза или из сапфира. Такое устройство называется рекордером.

Под действием изменения силы тока, идущего от микрофона, якорек будет колебаться в стороны. Прикрепленный к низу якоря резец выгравировывает (вырезывает) в виде спирали на мягком восковом диске все отклонения якоря, которые строго соответствуют как по своей силе, так и по частоте тем звуковым волнам, которые будут падать на мембрану микрофона. На обычных граммпластинках диаметром в 25 *см* запись и воспроиз-

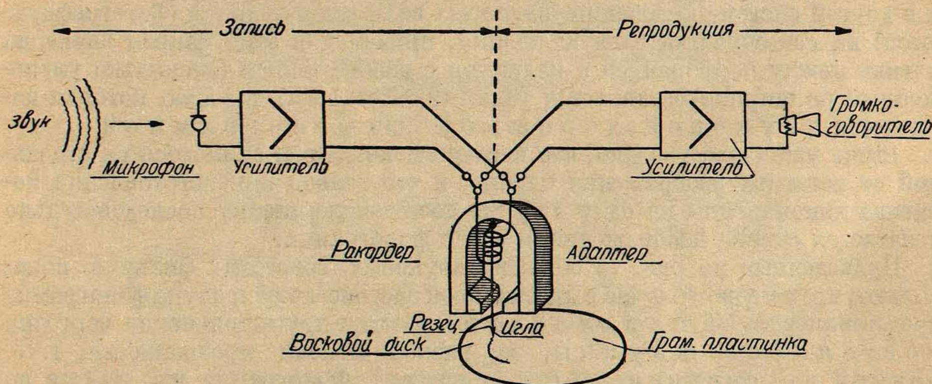


Рис. 73. Схема электрозаписи на граммпластинку

ведение звука производятся при 78 об/мин., причем в 1 сек. времени под резцом (или иглой — при воспроизведении) проходит около 60 *см* бороздки записи, т. е. в среднем общая длина звуковой бороздки на граммпластинке доходит до 100 *м*. При записи звука с предельной частотой 6000 периодов на 1 *пог. мм* бороздки запишется 10 полных звуковых колебаний.

Диски для сопровождения фильмов делаются больших размеров (45 *см* в диаметре), на которых полностью записывается звук для целой части фильма. Эти пластинки для озвученных фильмов и при записи и при воспроизведении обычно вращаются с меньшей скоростью (всего 33—36 об/мин.).

Когда звук с помощью рекордера записан на восковом диске, с последнего гальванопластическим путем изготовляется матрица, при помощи которой в дальнейшем и штампуются из специальной массы граммпластинки. Система граммофонной записи звука на диске для озвученных фильмов обладает большими преимуществами в смысле простоты, дешевизны и возможности сейчас же прослушать результаты записи звука, почему она и получила за границей достаточное распространение (главным образом среди кинолюбителей). В целях уменьшения шума и искажений была применена глубинная запись звука на диск (изобретено фирмой бр. Пате; отсюда название—патефонная запись), когда резец (или игла при воспроизведении) перемещается не в горизонтальной, а в вер-

тикальной плоскости. При проекции (рис. 73) игла адаптера, сходного по своему устройству с описанным выше рекордером, скользит по волнообразной записи на пластинке, отчего якорек электромагнита перемещается между полюсов магнита N и S. В результате получаем изменение силы тока в обмотке якоря. Дальше этот ток, пройдя через усилитель, действует на репродуктор (громкоговоритель), который и превращает колебания электрического тока в звуковые волны.

§ 65. ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЗАПИСИ ЗВУКА

В настоящее время имеются две системы оптической записи звука на пленке: 1) запись переменной плотности — интенсивная (тоновая) и 2) запись переменной ширины — трансверсальная. И в той и в другой системе колебания звуковых волн записываются (фотографируются) на светочувствительную пленку, причем для этой записи звука на пленке между перфорацией и кадриком с изображением (несколько уменьшенным по ширине) оставляется узкая (2,54±0,1 *мм*) полоска, которая называется звуковой дорожкой или фонограммой.

Выше уже было указано, что негатив фонограммы снимается на отдельной от негатива изображения пленке, и что только при изготовлении позитива кинокартины на одну и ту же позитивную пленку последовательно печатается сперва изображение, а затем фонограмма.

Приведенные на рис. 75 образцы звуковых советских фильмов показывают, что в первом случае в интенсивной системе записи звука фонограмма представляет собой параллельные друг другу тоненькие черточки постоянной ширины, но разной степени прозрачности, т. е. разной интенсивности (плотности). Фонограмма же, снятая по трансверсальной системе, состоит из поперечных зубчиков различной длины и одинаковой плотности (черных).

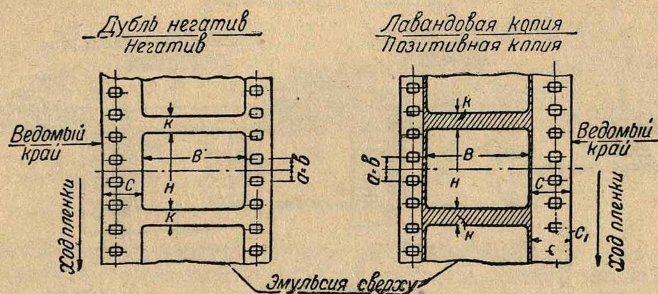
Общесоюзный стандарт ОСТ-КИНО 3 устанавливает следующие размеры и расположение кадров на 35-миллиметровых звуковых и немых фильмах и размеры фонограммы (см. рис. 74).

§ 66. ЗАПИСЬ ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ (ИНТЕНСИВНАЯ СИСТЕМА)

Основная схема записи звука по способу П. Г. Тагера изображена на рис. 76. Фотографируемые звуки улавливаются и превращаются в соответствующие по силе и частоте колебания электрического тока с помощью любых систем микрофонов. После усиления приблизительно в 150 000 раз эти токи попадают в модулятор света («элемент Кэрра»). Последний стоит на пути лучей света, идущих от источника постоянной силы (в аппаратах Тагера применены лампочки накаливания в 35 *вт* при 12 *в* напряжения) через щель к пленке, на которой должна быть записана фонограмма.

Пленка непрерывным движением сматывается с верхнего барабана на нижний с постоянной скоростью около 0,456*м*/сек. (24 кадра в 1 сек.). Лучи, идущие от источника света постоянной силы (с отдельным питанием), попадая в модулятор света, должны пройти через поляризационную призму Николя (поляризатор), затем через конденсатор Кэрра (рис. 77), представляющий собой маленький сосуд A с нитробензолом, с погруженными в него электродами B. Нитробензол обладает способно-

СНК СССР Комитет по делам кинематографии	Общесоюзный стандарт **35-*мм* ЗВУКОВЫЕ КИНОФИЛЬМЫ** **Размеры и расположение кадров**	ОСТ-КИНО 3 Производство кинофильмов



Размеры в *мм*

	Негатив	Лаванд. копия	Дубльнегатив	Позитивная копия
В	22,1—0,15	22,1—0,20	22,1—0,25	22,1—0,35
Н	16,1—0,10	16,1—0,15	16,1—0,20	16,1—0,25
К	2,9+0,10	$2{,}9^{+0{,}15}_{-0{,}05}$	$2{,}9^{+0{,}20}_{+0{,}05}$	$2{,}9^{+0{,}25}_{-0{,}05}$
С	$7{,}85^{+1{,}10}_{-0{,}05}$	$7{,}85^{+0{,}10}_{-0{,}05}$	$7{,}85^{+0{,}10}_{-0{,}05}$	7,85+0,10
C_1	—	$7{,}75^{+0{,}10}_{-0{,}05}$	$7{,}75^{+0{,}10}_{-0{,}05}$	7,75+0,10

Допуски на размеры кадра относятся к фильмам в течение 24 часов после их фотографической обработки. Последующая усадка фильма при хранении, транспортировании и эксплоатации не нормируется.

Расчетная скорость съемки и проекции: для немых фильмов—16 кадров/сек., для звуковых—24 кадра/сек., для немых вариантов звуковых фильмов—24 кадра/сек.

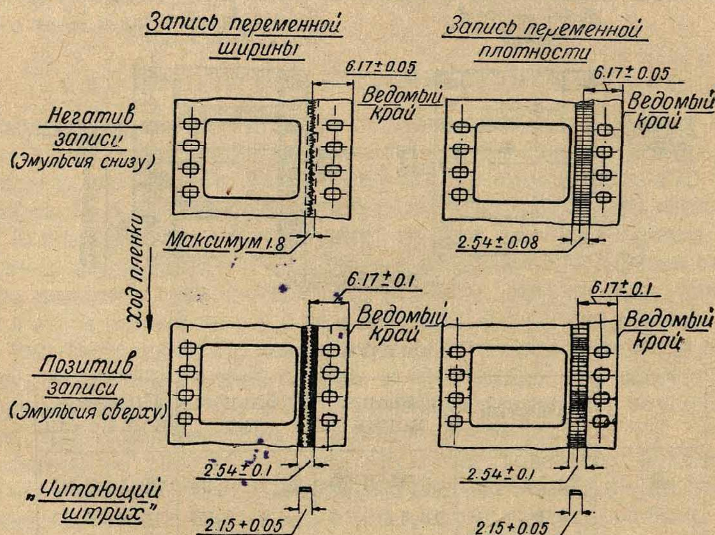
Зарядка фильма в проектор—эмульсией к источнику света.

Согласовано с международными стандартами ISA-36

Внесен Комиссией по стандартизации при НИКФИ	Утвержден 27/VIII 1939 г.	Срок введения: в части негативов, лавандовых копий и дубльнегативов—с 1/I 1940 г. в части позитивных копий—с 1/IV 1940 г.

Рис. 74. Размеры и расположение кадров звуковых и немых 35-*мм* фильмов

СНК СССР Комитет по делам кинематографии	Общесоюзный стандарт **35-*мм* ЗВУКОВЫЕ КИНОФИЛЬМЫ** **Размеры и расположение фонограммы**	ОСТ-КИНО 4 Производство кинофильмов



Размеры в *мм*

Размеры и допуски относятся к фильмам в течение 24 часов после их фотографической обработки.

Последующая усадка фильма не нормируется.

Скорость движения пленки при звукозаписи и звуковоспроизведении—0,456 *м* в секунду (24 кадра/сек.).

Расстояние между записью звука и соответствующим кадром изображения—20 кадров+0,5 кадра.

Зарядка фильма в проектор—эмульсией к источнику света.

Согласовано с международными стандартами ISA-36

Внесен Комиссией по стандартизации при НИКФИ	Утвержден 27/VIII 1939 г.	Срок введения 1/X 1939 г.

Рис. 75. Размеры и расположение фонограммы 35-*мм* фильмов

стью менять свои светопреломляющие свойства в зависимости от изменения напряжения того электрического поля, в котором он находится. Пройдя сквозь элемент Кэрра в просвете между электродами *B*, световой луч снова проходит сквозь другую поляризационную призму Николя (анализатор) и освещает специальную щель.

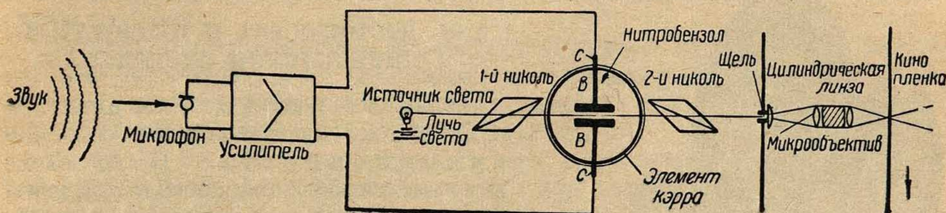


Рис. 76. Принципиальная схема записи звука на пленку с элементом Кэрра (запись переменной плотности или интенсивная запись)

Изображение этой щели при помощи микрообъектива проецируется в виде узенькой черточки с в е т о в о г о ш т р и х а постоянных размеров (2,54 *мм* ширины и всего 0,02 *мм* толщины) на непрерывно движущуюся пленку. Электроды *B* конденсатора Кэрра, находящегося под постоянным напряжением от специальной батареи, присоединены к тем проводам, по которым идет усиленный ток от микрофона.

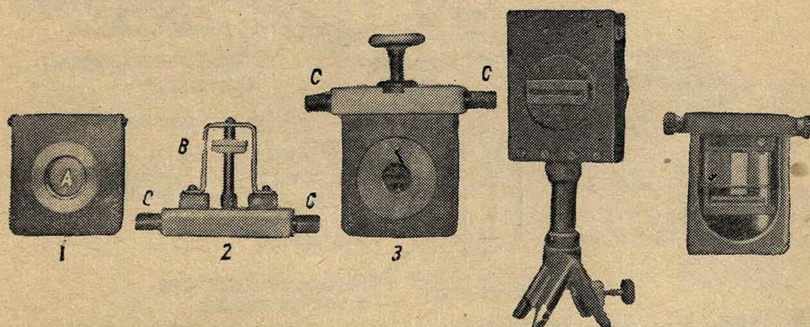


Рис. 77. Элемент Кэрра. Слева — от звукозаписывающего аппарата П. Г. Тагера: *1* — сосуд с нитробензолом и со стеклянными окнами *A*; *2* — погружаемые в него контакты *B*, соединенные с проводами через клеммы *C*; *3* — элемент Кэрра в собранном виде. Справа — элементы Кэрра немецкой фирмы AEG

Таким образом в з а в и с и м о с т и о т с и л ы и ч а с т о т ы к о л е б а н и й издаваемого перед микрофоном звука в этой электрической цепи (микрофон — усилитель — конденсатор Кэрра) будет соответственно меняться и напряжение электрического поля, в котором находится нитробензол; вследствие этого последний будет менять свои светопреломляющие свойства[1]. В результате лучи света, проходящие сквозь него и падающие

[1] В действительности здесь происходит более сложное явление, так называемого «эффекта Керра», но мы приводим его к упрощенной схеме.—*Н. А.*

на пленку, будут обладать различной интенсивностью. Поэтому они будут оказывать на светочувствительный слой то более сильное, то более слабое фотохимическое действие.

После соответствующей лабораторной обработки на пленке получится фонограмма, подобная приведенной на рис. 75 справа.

§ 67. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ИНТЕНСИВНОЙ СИСТЕМЫ

Основным преимуществом интенсивной записи звука является ее безинерционность. В ее схеме нет механических приспособлений, неизбежно дающих при записи звука различные искажения. Изменение напряжения электрического поля, в котором

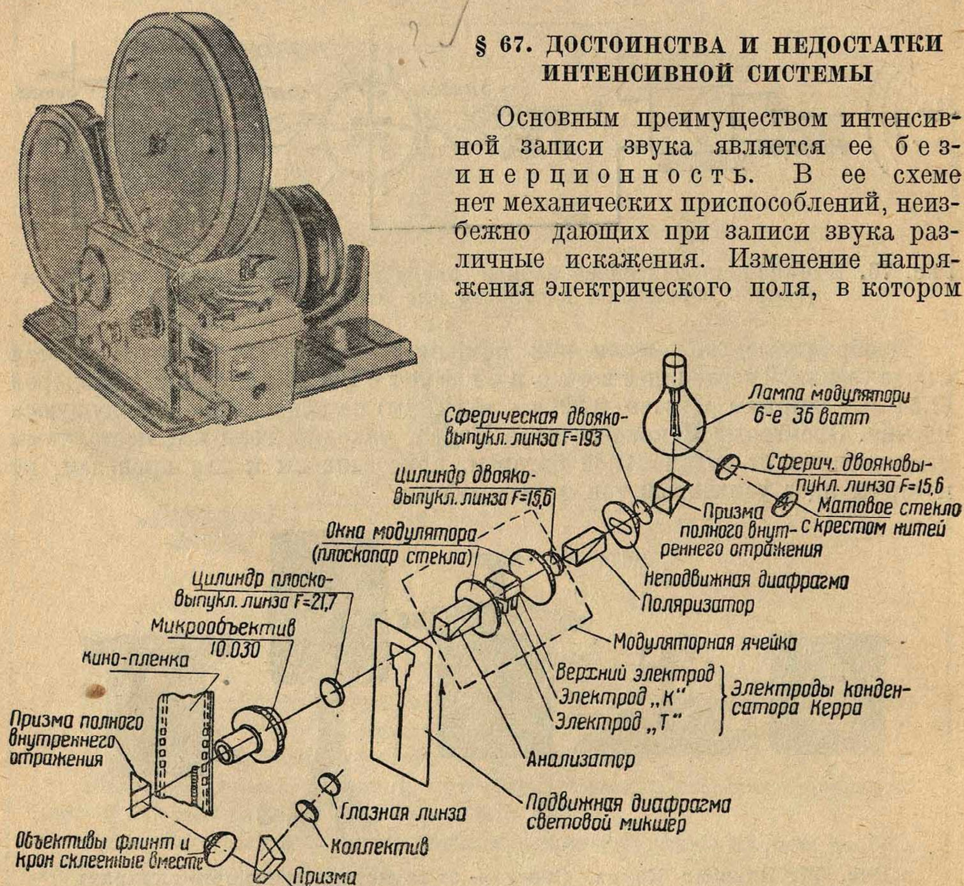


Рис. 78. Последняя модель звукозаписывающего аппарата системы П. Г. Тагера «СГК-8»

находится нитробензол, происходит мгновенно и практически одновременно с изменением напряжения микрофонного тока.

Таким образом интенсивная запись звука в своей принципиальной схеме является почти идеальной. Однако практика использования ее на кинопроизводстве показала и ряд ее недостатков. Основными из них являются: зависимость качества звукозаписи от качества светочувствительного слоя пленки (в особенности от ее зернистости и контрастности); зависимость от качества лабораторной

обработки фонограммы (от качества печати, состава проявителя, времени проявки и т. п.).

Очевидно, что если для записи звука по интенсивному методу взять контрастную пленку, то хотя конденсатор Кэрра и будет изменять в тончайших нюансах яркость идущего к пленке светового потока, на пленке после лабораторной обработки многих модуляций, зависящих от изменения звука, не будет.

Поэтому при записи звука аппаратами советской системы П. Г. Тагера («СГК-8», «Тагефон») (рис. 78) необходимо применять специальную кинопленку для записи звука («ЗИ»), обладающую мелкозернистостью, пониженной контрастностью и большой широтой.

Качество получаемых фонограмм при размножении копий во время лабораторной обработки часто снижается или дает различные результаты. Этими недостатками и объясняется сравнительно малое распространение в СССР метода интенсивной записи звука.

§ 68. ЗАПИСЬ ПЕРЕМЕННОЙ ШИРИНЫ (ТРАНСВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА)

Если схему устройства звукозаписывающих аппаратов системы А. Ф. Шорина (рис. 79) сравнить со схемой системы Тагера (рис. 76), то будет видно, что основное их различие заключается в устройстве модуляторов света. У аппаратов Тагера модулятором света являлся конденсатор Кэрра, а у Шорина для этой цели служит струнный гальванометр, часто называемый осциллографом.

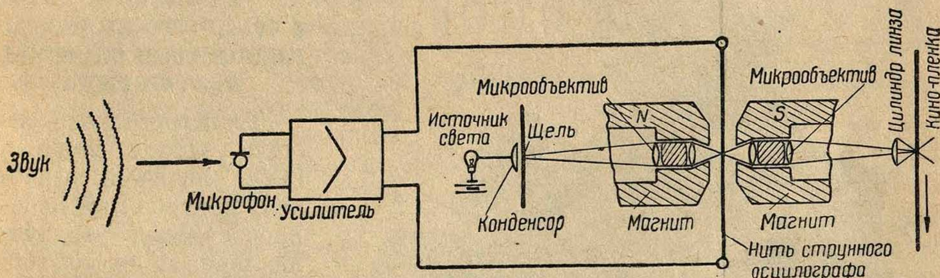


Рис. 79. Принципиальная схема записи звука в аппаратах системы А. Ф. Шорина

Схема съемки звука, применяемая в аппаратах системы Шорина, заключается в следующем: подлежащие записи звуки падают на мембрану микрофона, ток от которого через усилительную установку подводится к звукозаписывающему прибору (основная схема устройства которого изображена на рис. 79).

Постоянный источник света (электрическая лампочка, установленная внутри камеры) при помощи специальной оптической системы через заслонку со щелью посылает свои лучи в виде узенькой полоски (размеры полоски: 0,02 *мм* высотой и 2,54 *мм* шириной) на равномерно движущуюся в приборе кинопленку. На пути этого узенького луча света помещается магнит *NS* с натянутой между его полюсами нитью осциллографа из фос-

фористой бронзы. Через эту бронзовую нить и пропускается усиленный микрофонный ток.

Под действием изменения силы тока, проходящего через нить этого осциллографа, она начинает колебаться (выгибаться), и чем сильнее будет ток, тем сильнее отклонится струна от своего первоначального положения. В аппаратах Шорина эта нить расположена так, что в состоянии покоя ее тень перекрывает половину световой щели, отбрасываемой оптической системой на пленку. Во время работы аппарата в результате взаимодействия постоянного магнитного поля между полюсами магнита N и S и переменного по силе тока, проходящего по струне, эта струна будет колебаться то сильнее то слабее в плоскости, перпендикулярной силовым линиям магнита. Таким образом размеры световой полоски, падающей на пленку, все время будут меняться, и в результате подобной записи звука получится фонограмма типа, приведенного на рис. 75 слева.

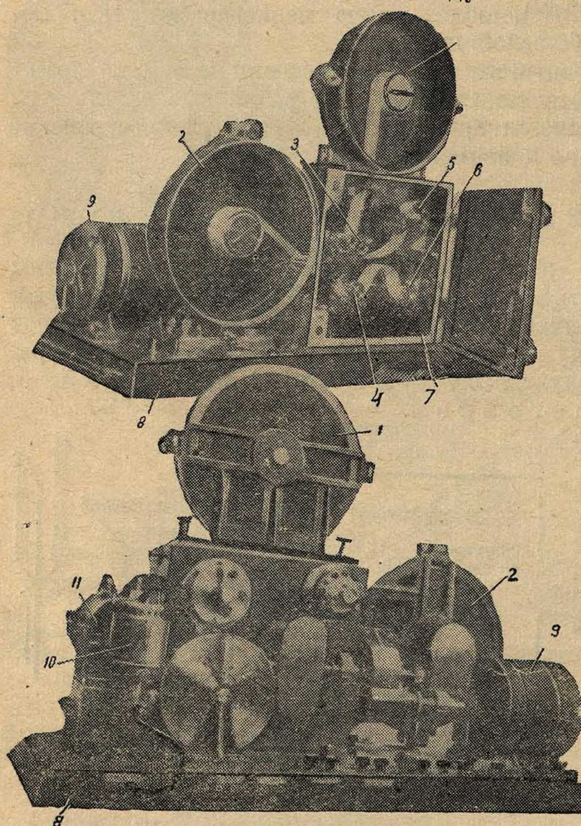


Рис. 80. Звукозаписывающий аппарат системы А. Ф. Шорина последней модели «Кинап»

§ 69. ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СИСТЕМЫ А. Ф. ШОРИНА

Трансверсальная система записи звука в СССР является основной, принятой на кинопроизводстве. Принципиально она не свободна от недостатков, так как колеблющаяся нить осциллографа обладает инерцией, вызывающей известные искажения при записи звука. Но практически эта система дает достаточно высококачественные фонограммы.

Одна из конструкций звукозаписывающего аппарата «Кинап» системы А. Ф. Шорина показана на рис. 80. Наверху показан аппарат и его кассеты в открытом виде. Пленка для записи фонограммы из верхней кассеты *1* (емкостью в 300 *м*) при помощи зубчатого барабана *3* с прижимными роликами, образовав петлю, подается к натяжному барабану *5* с прижимными роликами. Отсюда, проходя между проходными роликами *6*, пленка про-

тягивается зубчатым барабаном *7*, и, сделав петлю, другим зубчатым барабаном *4* с прижимными роликами через ролики *8* попадает в приемную кассету *2*.

Самая запись звука производится между натяжным *5* и ведущим зубчатым барабаном *7*. На этом участке пленка должна итти с максимальной равномерностью, не имея изменений в скорости, скручивания или сдвигов, так как иначе запись будет испорченной. Самый звукозаписывающий агрегат помещен снаружи аппарата и на нижнем рисунке виден в виде детали *11* и лампы для экспонирования *10*. Весь аппарат приводится в действие мотором *9*, установленным на общей подставке.

Для того чтобы уменьшить шум при проекции больших участков незасвеченной пленки, в аппарате применено автоматическое устройство, механически сдвигающее изображение утолщения нити осциллографа на край звуковой дорожки при записи слабых звуков.

С той же целью в последних аппаратах «Кинап» введен еще удвоитель фонограммы в виде специальной склеенной призмы, в результате действия которого вместо фонограммы обычного типа (рис. 81 сверху) получается запись звука типа, показанного на этом рисунке внизу. Такая фонограмма обеспечивает наиболее правильную и свободную от посторонних шумов передачу звуков при проекции.

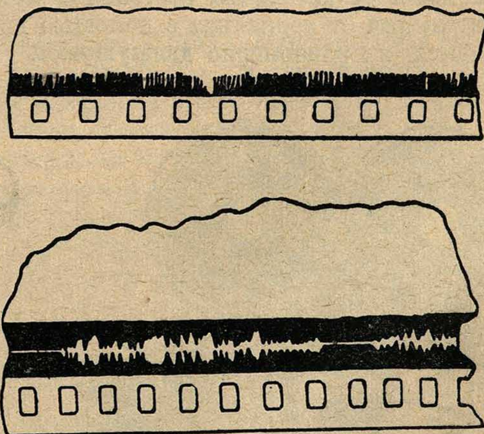


Рис. 81. Простая и сдвоенная звукозапись в аппаратах Шорина

Основным достоинством трансверсальной системы записи звука по способу А. Ф. Шорина является сравнительно малая зависимость качества звукозаписи и звучания ее при воспроизведении от качества светочувствительного слоя пленки и ее лабораторной обработки. Из этого, конечно, не следует делать неправильного вывода, что эти факторы не оказывают влияния в системе Шорина на качество звучания. Но здесь они играют значительно меньшую роль, чем при записи звука по интенсивному методу.

В настоящее время на советском кинопроизводстве внедряется как основная новая звукозаписывающая аппаратура, изготовленная Ленинградским заводом «Кинап». Эти аппараты представляют видоизмененную модель самых совершенных американских звукозаписывающих аппаратов «RCA» тип PM-33 фирмы «Радио-Корпорэйшен», предназначенных для синхронных звуковых съемок в любых производственных условиях (как в павильоне, так и вне студии).

Весь комплект помещается в восьми портативных чемоданах.

Наружный вид самой звукозаписывающей камеры «RCA» типа «Фотофон RCA» показан на рис. 82.

Данный аппарат для записи звука принадлежит к типу аппаратов с трансверсальной записью звука на кинопленку.

В качестве модулятора света применяется зеркальный гальванометр (его иногда называют зеркальным осциллографом), принципиальная схема действия которого показана на рис. 83.

Усиленный микрофонный ток подводится к нити гальванометра (осциллографа), помещенной между полюсами магнита. В центральной части нити имеется микроскопическое зеркальце. В спокойном состоянии нити зеркальце установлено так, что лучи света, отбрасываемые на него оптической системой от источника постоянной яркости (лампы засвечивания), после отражения от зеркальца с помощью другой оптической системы отбрасываются на равномерно движущуюся в аппарате пленку; световой штрих

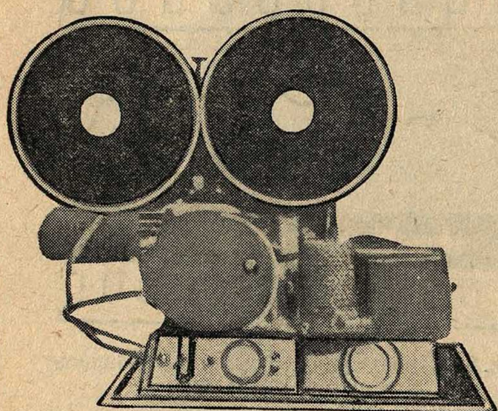


Рис. 82. Звукозаписывающая камера типа «Фотофон RCA», изготовляемая Ленинградским заводом «Кинап»

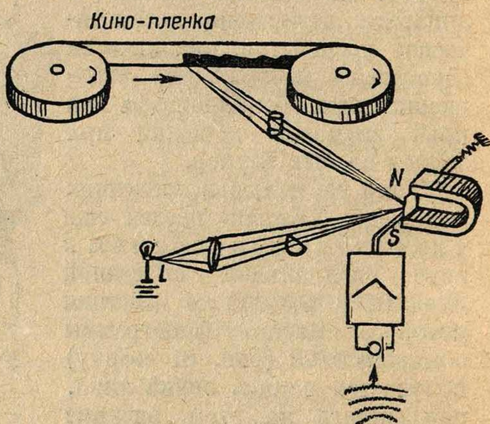


Рис. 83. Трансверсальная запись звука на пленку с помощью зеркального гальванометра

в данном случае будет перекрывать только половину ширины дорожки фонограммы.

Когда же через нить будет проходить переменный по напряжению микрофонный ток, она начинает изгибаться и поворачивать зеркальце на тот или иной угол, вследствие чего длина проецируемого на пленку светового штриха будет изменяться пропорционально силе звуковых волн, падающих на микрофон, а его ширина будет соответствовать частоте записываемых звуков.

В аппаратах «RCA» запись производится обычно при помощи ультрафиолетовых лучей света, которая дает лучшее качество фонограммы, чем запись лучами белого света. Для этого применяются специальные засвечивающие лампы с баллонами, сделанными из кронгласа, специальная оптика и особый светофильтр, установленный между источником света и пленкой, и пропускающий только ультрафиолетовые лучи и часть красных лучей, нужных для визуального контроля работы аппарата.

Аппарат «RCA» дает сдвоенную (двухстороннюю) фонограмму и снабжен специальным обесшумливающим устройством, которое закрывает те участки фонограммы, на которые не записываются данные звуки[1].

Поэтому качество звука, записанного этими аппаратами, отличается чистотой и правильностью. Этому же способствует и то, что в аппаратах «RCA» ширина (толщина) светового штриха, непрерывно проецируемого на пленке, равняется всего 0,006 *мм* против 0,02, даваемых аппаратами системы Шорина. А мы знаем, что чем уже будет световой штрих, записывающий звуки на пленку, тем более высокие (т. е. с тем большей частотой) звуки мы запишем без искажений (важно для правильной передачи т е м б р а).

В заключение необходимо отметить, что в СССР звуковое кино развивается целиком на отечественной технической базе. И звукозаписывающая аппаратура, и звуковые блоки для воспроизведения звуков, и усилители, репродукторы, фотоэлементы, катодные лампы и все остальное оборудование — все это целиком изготовляется на заводах в СССР.

Небезынтересно вспомнить, что в царской России никакого киносъемочного оборудования (так же, как и проекционного) не производилось совсем. И только советская власть взялась за создание киномеханической промышленности, которая всегда и везде считалась одной из самых трудных и сложных.

Еще в 1923 г. по указаниям В. И. Ленина Государственный оптический завод (ныне Оптико-механ. завод им. ОГПУ) разработал первую советскую кинопередвижку ГОЗ, которая вскоре пошла в массовое производство и явилась основным средством кинофикации деревни, рабочих клубов, школ и т. п.

В 1931 г. на базе развившихся мастерских по киноаппаратуре был организован трест киномеханической промышленности, объединявший Ленинградский, Одесский, Московский и Куйбышевский заводы киноаппаратуры.

За 1931—1934 гг. «Киномеханпром» выпустил 42 звукозаписывающих аппарата, 6992 немых узкопленочника, 2294 немых стационарных проектора, большое количество усилительных устройств и другой киноаппаратуры.

За 1935—1939 гг. окрепшая советская кинопромышленность выпустила киносъемочных аппаратов для синхронных съемок — 23, немых киносъемочных аппаратов «Конвас» — 18, «ПСК-1» — 25, хроникальных съемочных аппаратов (автоматов) — 45, звукозаписывающих аппаратов с усилителями — 60, звуковых блоков для озвучания немых стационарных проекторов — 2300, звуковых кинопередвижек (35 *мм*) — 7122; звуковых узкопленочников — 8814; звукомонтажных аппаратов — 47, проявочных машин — 31, перфорационных станков — 104, копировальных аппаратов — 32 и много другого оборудования.

---

[1] Желающим более подробно ознакомиться с этим аппаратом рекомендуем статью З. З а л к и н д а и Ю. К у р з н е р а. «Звукозаписывающая аппаратура RCA, тип РМ-33 и ее эксплоатационные качества», помещенную в № 7 журнала «Кинофотохимпромышленность» за 1939 г.

Даже из этого краткого перечня продукции советской киномеханической промышленности мы видим и расширение ассортимента изготовляемой ею аппаратуры и освоение все новых и все более сложных и совершенных моделей киносъемочной, проекционной и другой аппаратуры, не уступающей по своему качеству лучшим заграничным образцам.

Это служит показателем бурного технического роста нашей социалистической промышленности, в системе которой находится и наша кинематография.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

И. М. и Я. М. Толчан, «Киносъемочная аппаратура», Кинофотоиздат, 1935, ц. 3 р.

Е. В. Головня, «Курс киносъемочной аппаратуры», Госкиноиздат. 1938, ц. 8 р. 50 к.

Г. Ирский, «Элементарные основы звукового кино»,изд. сектор Управления кинофикации, М., 1937, ц. 6 р.

А. Ф. Шорин, «Звукозаписывающая аппаратура модели «Кинап», Журнал «Советская кинофотопромышленность», № 4, 1936.

Е. М. Голдовский, «Синхронизация в звуковом кино и в телевизии», Гизлегпром, М., 1933, ц. 6 р.

ОСВЕЩЕНИЕ ПРИ КИНОСЪЕМКАХ

§ 70. ОСОБЕННОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ КИНОСЪЕМКАХ

Кинематографическая съемка в отличие от обычной фотографической требует значительно большей освещенности снимаемых объектов, так как максимальное время экспозиции (выдержка) обычно не превышает $^1/_{40}$—$^1/_{50}$ сек.

При освещении для киносъемок всегда необходимо увязывать между собой следующие факторы:

1) характер освещения, даваемый данным источником света;

2) спектральный состав лучей света, излучаемых источником;

3) состав лучей света, отраженных снимаемыми объектами на пленку, и

4) цветочувствительность того негативного материала, на котором будет производиться киносъемка.

Эту взаимосвязь: источник света — снимаемые предметы — состав лучей, падающих на пленку, — качество (сорт) негативного материала нужно, твердо помнить во всех случаях съемочной работы как режиссеру, так и оператору, художнику-декоратору, осветителю, гримеру и другим членам постановочного коллектива. Только умелым сочетанием этих условий можно добиться реализации всех художественных и технических замыслов.

§ 71. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Каждую снимаемую сцену необходимо не только осветить, но и выделить светом какие-то детали, отдельных участников сцены; светом же нужно подчеркнуть и создать то настроение, которым должен быть насыщен данный кадр фильма, так как только в зависимости от положения источника света меняется и характер снимаемых объектов (рис. 84). Таким образом в любом кадре мы видим два основных элемента световой схемы: общий свет (верхний и боковой) и подсветку.

Общее освещение имеет целью создать достаточную общую освещенность снимаемых объектов, нужную для киносъемки (технический свет). Подсветка же служит для придания снимаемой сцене художественной выразительности, объемности, выделения из общей картины каких-нибудь деталей и для достижения всевозможных световых эффектов. Сообразно с этими задачами и вся осветительная аппаратура разбивается на аппаратуру для общего света (лампы верхнего света и







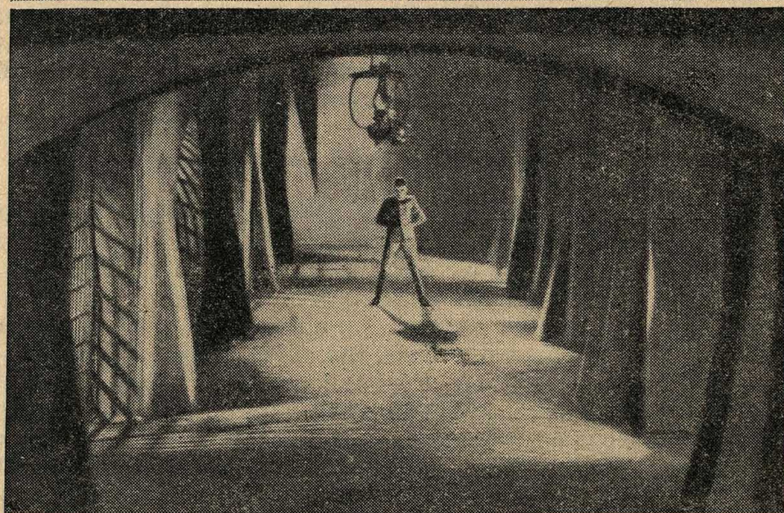


Рис. 84. Различные виды освещения (плоский мягкий рассеянный свет; высвечивание световыми пятнами основных объектов и жесткий контрастный свет)

штативные лампы бокового света) и на аппаратуру для подсветки.

Лампы первого типа могут давать и рассеянный свет, тогда как лампы второго типа всегда должны обладать направленным светом.

Наконец имеется еще аппаратура «эффект-ламп», которые имитируют свет слабых источников света (например, свет зажигалки, стеариновой свечи, керосиновой лампы и т. п.), самостоятельно не дающих при киносъемке нужного эффекта[1].

Необходимо оговориться, что такое деление на общий свет, подсветку и на эффекты является условным, так как при многообразии творческого использования осветительной аппаратуры и при своеобразии световых схем каждого оператора-художника иногда бывает трудно установить резкую грань между общим светом и подсветкой; часто одна и та же лампа может выполнять две функции или один из элементов схемы может совсем отсутствовать.

В настоящее время при киносъемках основными источниками освещения являются: на натуре — солнце, а в павильоне — различные электрические лампы: дуговые; ртутные (газосветные) и лампы накаливания (нитросвет).

Дуговая лампа состоит в основном из пары специальных углей, к которым подведен электрический ток с напряжением около 40 *в* (при работе с постоянным током). Сама вольтова дуга дает всего около 5% общего светового потока, в то время, как раскаленные при прохождении постоянного тока концы углей дают основную массу света (кратер катода, раскаленного до 4000—4200° С, дает до 85%, а анода при температуре накала в 3400° С— до 10%). При работе дуговой лампы на постоянном токе положительный уголь сгорает примерно в два раза быстрее отрицательного, почему его берут в $1^1/_2$—2 раза большего диаметра; при работе на переменном токе оба угля берутся одинакового сечения.

Угли для вольтовой дуги изготовляются из массы измельченного графита и кокса, связанных каменноугольной смолой и обожженных при высокой температуре.

Для устойчивости режима горения и для дуг интенсивного горения применяются фитильные угли, у которых в центре имеется канал диаметром в 0,15—0,2 *см* с запрессованным в него составом.

Для изменения спектрального состава вольтовой дуги и для увеличения световой отдачи применяются пламенные угли, пропитанные солями различных металлов (церия, бария, калия и стронция).

Качество света дуговых ламп зависит как от способа горения (нормальная дуга или дуга интенсивного горения), так и от состава углей.

Различные типы дуговых ламп, применяемых для освещения при киносъемках, показаны на рис. 85, 91, 92, 93, 94, 95.

Ртутная лампа для киносъемок представляет собой стеклянную трубку длиной 120—140 *см* с диаметром в 2 *см*, один конец которой рас-

[1] При современных особо светочувствительных негативных материалах потребность в «эффект-лампах» почти исчезла, так как на таких пленках прорабатываются световые эффекты и от маломощных источников. — *Н. А.*

ширен в виде колбы, а другой — заканчивается двумя рожками с железными электродами, являющимися анодами. Расширенный конец трубки заполнен очищенной ртутью (около 250 *г*) и имеет впаянный в стекло платиновый электрод. Воздух из трубки удален и ее концы запаяны.

Свечение ртутных паров происходит между жидким катодом (ртуть) и твердыми (железо, уголь) анодами. Степень интенсивности излучения в значительной степени зависит от давления находящихся внутри стеклянной трубки паров ртути.

Для зажигания ртутных ламп пользуются способом т о л ч к а высокого напряжения, для чего применяются специальные автотрансформаторы, монтируемые на штативе лампы. Средняя сила света ртутной лампы около 450—500 свечей. Продолжительность горения 600—800 часов.

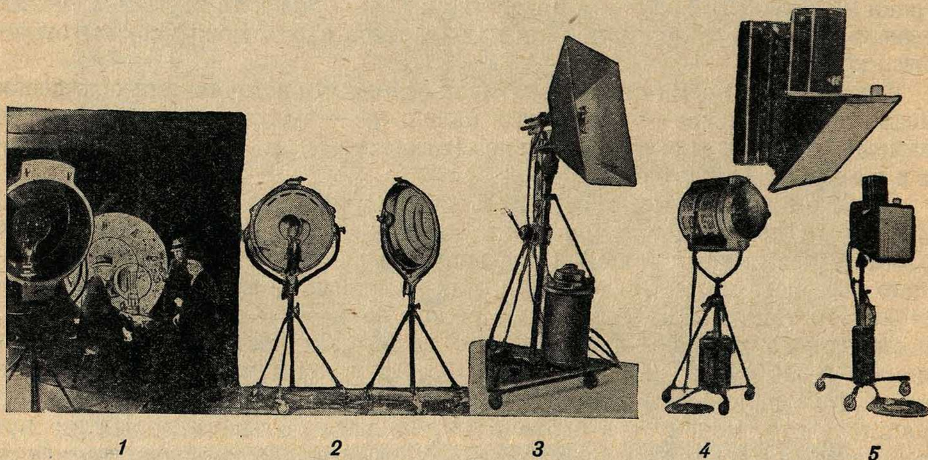


Рис. 85. Современная осветительная аппаратура: *1* — американский прожектор с лампой накаливания в 10 *квт*; *2* — приборы общего света для равномерного высвечивания фона с нитролампой в 5 *квт*; *3* — дуговая «Арка»; *4* — линзовый прожектор; *5* — прибор бокового света «Молл-Ричардсон» с двумя дуговыми лампами; *6* — тот же прибор, применяемый для освещения сверху

Обычно для киносъемок ртутные лампы монтируются площадками по 6 и по 8 трубок, которые дают ш и р о к и й п о т о к м я г к о г о р а с с е я н н о г о с в е т а. В настоящее время ртутный свет на кинопроизводстве применяют редко, хотя еще недавно он был основным при киносъемках. Общий вид ртутных ламп и кривая распределения сил света у одной трубки ртутной лампы показаны на рис. 86.

Л а м п ы н а к а л и в а н и я (н и т р о л а м п ы) состоят из накаляющейся добела тонкой н и т и, через которую пропускается электрический ток. Во избежание сгорания нить помещается внутри стеклянного баллона шарообразной или цилиндрической формы с выкаченным из него воздухом (п у с т о т н ы е л а м п ы) или внутри баллона, наполненного каким-нибудь инертным газом, например, аргоном, азотом и т. п. (г а з о п о л н ы е л а м п ы).

В настоящее время нить ламп накаливания обычно изготовляется из вольфрама, обладающего большой прочностью, высокой температурой пла-

вления (3200° С) и сравнительно малой испаряемостью при очень высоких температурах накала. Лампы накаливания (нитролампы) для киносъемок изготовляются различной мощности и на существующее напряжение тока в сети. Это позволяет их включать непосредственно в сеть без добавочных реостатов и трансформаторов.

Для киносъемок лампы накаливания обычно применяются мощностью в 1, 2, 3 и 5 *квт*; реже — в 500 *вт* и меньше. Их нить располагается либо в виде кольца из спирально свернутой вольфрамовой проволоки (нормальные лампы мощностью до 1000 *вт*), либо спираль располагается в одной плоскости в виде небольшой площадки той или иной формы (проекционные или прожекторные лампы мощностью от 1000 *вт* до 5 *квт* в выше). Срок жизни ламп накаливания в зависимости

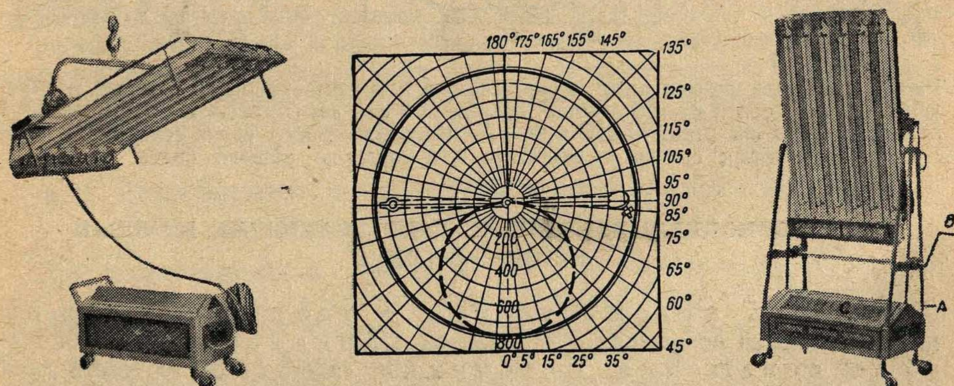


Рис. 86. Ртутная лампа и кривая распределения у них сил света. Справа — площадка из шести ртутных ламп для бокового общего освещения; слева — площадка из шести ламп для верхнего света; *А* — штатив лампы с автотрансформатором *С*; *В* — рукоятка для подъема и опускания лампы на штативе

от условий работы колеблется от 800 до 100 часов горения. Температура накала нити в зависимости от мощности и конструкции лампы обычно колеблется от 2400° до 2700 °С, в зависимости от чего будет изменяться как сила света, так и его спектральный состав. В табл. 19 даны некоторые данные о лампах накаливания, применяемых на кинопроизводстве.

Таблица 19

Лампа	Напряжение (в вольтах)	Мощность лампы (в ваттах)	Сила света (в свечах)	Расход энергии (в ваттах на 1 свечу)
ВЭО	110	50	38,5	1,3
„	110	500	685	0,73
„	110	1000	—	—
„	220	500	602	0,83
„	220	750	975	0,77
„	220	1000	1430	0,7

Образцы ламп накаливания и некоторые кривые распределения сил света даны на рис. 87.

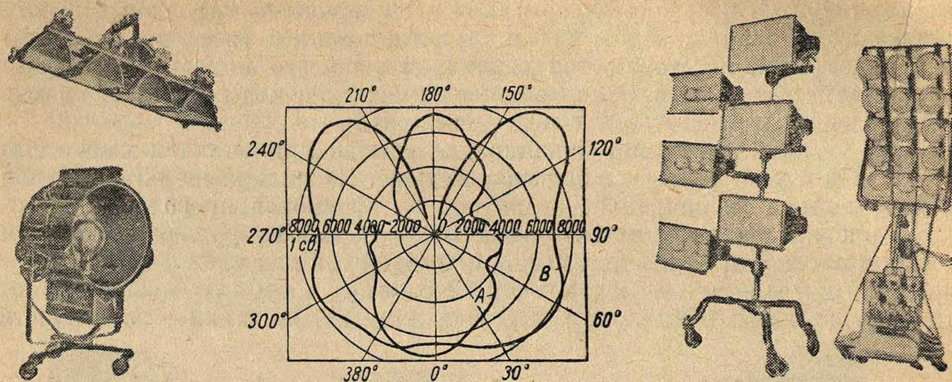


Рис. 87. Лампы накаливания, применяемые для киносъемок, и кривые распределения силы света проекционной лампы в 3 000 *вт* (кривая *A*) и нормальной лампы в 5 000 *вт* (кривая *B*). Слева — лампы верхнего света (сверху) и ауфгеллер; справа — агрегаты для бокового общего света

§ 72. ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ КАЖДЫЙ ИСТОЧНИК СВЕТА

Область художественного применения того или иного источника освещения определяется *характером даваемсго им освещения*. *Источники «жесткого»* света дают резкий, яркий свет с большой контрастностью освещения снимаемых предметов (большая яркость освещенных мест объекта, угольно-черные глубокие тени и малая гамма промежуточных полутонов); образцом жесткого света может служить свет открытого солнца, дуговых ламп с открытой дугой и др.

Жесткий световой поток излучается от небольшой поверхности сильно накаленного тела. Он обладает ярко выраженной направленностью потока своих лучей, позволяющей применять их для освещения *сильно удаленных* предметов.

Источники мягкого света дают поток *рассеянного* света и создают *мягкое освещение*, слабо контрастное, с неглубокими тенями. Поток лучей света от мягких источников обычно действует на сравнительно *близких расстояниях* и дает лишь *общее ровное освещение*. Образцом таких источников может служить ртутная лампа, полуваттная лампа с матовым абажуром или отражатель, покрытый шероховатой поверхностью.

В источниках мягкого света светящаяся *площадь сравнительно больших размеров*. Следующим основным качеством лучей каждого источника освещения является их *актиничность*, т. е. *способность фотохимически воздействовать на светочувствительный слой кинопленки*. Свет от одного и того же источника может быть очень актиничным для одного сорта пленки и мало актиничным для другого, так как здесь решающую

роль играет наличие в его спектре именно тех лучей, к которым чувствительна данная эмульсия.

Поэтому, характеризуя актиничность того или иного источника света, необходимо указывать спектральный состав его лучей и те сорта пленки (по их спектрограммам), на которых нужно при них производить съемку, чтобы работать с минимальным количеством осветительных единиц.

За последнее время удалось добиться значительных результатов в деле изменения спектрального состава лучей тех или иных источников света, обогащая его теми лучами, которые наиболее интенсивно действуют на тот или иной сорт пленки. Так, в настоящее время выпущены специальные сорта ртутных ламп, свет которых за счет введения неона богат оранжевыми и красными лучами, что позволяет с успехом применять их для съемки на панхроматических эмульсиях; «трубки Игар» с парами ртути и аргона в комбинации с нитролампами также обеспечивают нормальную цветопередачу; для дуговых ламп выпускаются специальные сорта углей (белопламенные, желтые, красные и т. п.), которые обеспечивают максимальную актиничность их света при работе на различных сортах пленки.

§ 73. ПРИМЕНЕНИЕ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРИ КИНОСЪЕМКАХ

При искусственном освещении играет крупную роль качество того электрического тока, который имеется на данном кинопроизводстве для преобразования его в свет. Наилучшим для производства съемок является постоянный ток. Переменный же ток, дающий периодические затухания источника света во время изменения направления, которые могут совпасть (из-за подходящего числа периодов) с моментами съемки отдельных кадриков и дать при проекции их на экране характерное мигание всего изображения, применим лишь в известном процентном соотношении к постоянному току. Считается, что если из всей осветительной аппаратуры, занятой на данной съемке, на переменном токе будет работать не более 20—25%, а остальные 75—80% будут гореть на постоянном токе, то при условии умелого и равномерного распределения всей аппаратуры никакого заметного «мигания» получиться не может.

При проведении съемок с лампами накаливания переменный ток не оказывает такого вредного действия и на нем вполне можно проводить полностью все киносъемки, что дает большую экономию средств и повышает процент использования электроэнергии, получаемой непосредственно с электростанции. Большинство наших центральных электростанций отпускает потребителям переменный ток и для его преобразования в постоянный приходится обзаводиться специальными умформерами, которые стоят дорого, требуют обслуживающего персонала и работают с относительно небольшим коэфициентом полезного действия. При звуковых съемках, когда применяются дуговые или ртутные лампы, издающие во время работы на переменном токе шум, гудение и потрескивания, улавливаемые чувствительным микрофоном, нужно пользоваться специальными дросселями, которые также поглощают известный процент электроэнергии.

Наконец, нужно учитывать также и то, что сила света некоторых источников при их работе на постоянном токе будет значительно больше, чем при работе на переменном токе. Так например, в среднем дуговая лампа, работающая на постоянном токе, дает силу света примерно в три раза большую, чем дуговая лампа того же ампеража, работающая на переменном токе.

§ 74. КАЧЕСТВО РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Ниже дана табл. 20 коэфициентов полезного действия (к.п.д.) различных источников света, по которой можно судить об экономичности каждого из них.

Таблица 20

Экономичность различных источников света

Источник света	Коэфициент полезного действия (в %)	Расход электроэнергии (в ваттах на 1 свечу)
Дуговая лампа с обыкновенными углями	1,3	1,5—1,0
Дуговая лампа с эффектными углями	4,2	1—0,5
Лампа накаливания	3,4	1,4—0,6
Ртутная лампа	6,0	0,5—0,3

Показателем к.п.д. является светоотдача лампы (в люменах на 1 *вт*). Чем выше светоотдача лампы, тем больше и к.п.д. У нитроламп, применяемых для киносъемок, светоотдача составляет: в лампах в 1000 *вт*—19 *лм/вт*; для 3000 *вт* — 25 *лм/вт* и для 5 *квт* — 28 *лм/вт*.

Кроме экономичности того или иного источника света кинематографистам нужно учитывать и относительную актиничность каждого из них, о которой можно судить по данным Л. Блоха, приведенным в табл. 21 на стр. 157. За единицу для сравнения была принята активность света солнца по отношению к эмульсии обыкновенной и панхроматической пленки.

Из табл. 21 видно, что в обычных условиях киносъемки, когда перед камерой всегда имеются цветные объекты, самым лучшим источником света для освещения их, как при съемке на обыкновенной пленке, так в особенности при съемке на панхроматических эмульсиях, является свет ламп накаливания, имеющий максимальную актиничность (в 7,5 раза большую, чем у дуговой лампы с закрытой дугой и в 5 раз большую, чем у ртутных ламп (см. последний столбец таблицы).

Таблица 21

Относительная актиничность различных источников света

Источник света	Относительная актиничность			
	при съемке на обыкновенной пленке		при съемке на панхроматической пленке	
	черно-белых объектов	цветных объектов	черно-белых объектов	цветных объектов
Дневной свет солнца	1,0	1,0	1,0	1,0
Дуговая лампа с обыкновенными углями	1,0	1,7	1,0	1,17
Дуговая лампа с закрытой дугой	6,3	0,55	4,2	0,304
Ртутная лампа	0,84	0,8	1,0	0,44
Дуговая лампа с эффективными (желтыми) углями	0,26	0,89	0,28	1,75
Лампа накаливания	0,46	1,0	0,54	2,3

Все это заставляет считать в настоящее время наиболее применимым для производства киносъемок свет электрических ламп накаливания и панхроматический негативный материал. Дуговые же лампы остались на современном кинопроизводстве лишь в качестве источника направленного жесткого света, необходимого для подсветки. Ртутный свет в настоящее время для киносъемок почти не применяется.

§ 75. ПОДСВЕТКА НА НАТУРЕ

При натурных съемках для сглаживания контрастности освещения и для художественных целей применяют подсветку, употребляя различные отражатели в виде плоских зеркал или щитков-отражателей. Зеркала, применяемые при киносъемках, должны быть сделаны из толстого полированного стекла со строго параллельными сторонами. Отраженный зеркалом световой поток должен быть одинаков по яркости. Зеркала, применяемые при киносъемках, обычно делаются размером 1×1 *м*. Для подсветки крупных предметов применяются зеркала размером 1×1,2 *м* и 1×1,5 *м*. Но большой вес, высокая стоимость, громоздкость и сравнительная хрупкость позволяют применять их лишь в благоприятных производственных условиях. Зеркала малых размеров (обычно 0,5×0,5 *м* — головные) служат лишь для высвечивания мелких деталей.

Зеркало должно быть заделано в прочную деревянную раму с ручками в ней для перестановки и переноски во время съемок. У каждого зеркала должны быть надежные подпорки и обслуживающий его осветитель. Зеркала при натурной съемке нужны только для очень резкой подсветки и при подсветке на большом расстоянии.

Более удобными и универсальными в смысле применения являются щитки-отражатели. Они представляют собой деревянную раму из ровных планок (размером 1×1,5 *м* или 1,2×1,2 *м* или 0,5×0,5 *м*), за-





Рис. 88. Подсветка на натуре. Сверху — применение затенителей; внизу — съемка с подсветкой щитками-отражателями

шитую листом ровной фанеры, наружная сторона которой окрашивается или заклеивается отражающим свет материалом (чаще всего золотой, серебряной гладкой или серебряной матовой фольгой или станиолем).

Запомним, что чем мягче будет свет, идущий от отражателя, тем ближе нужно помещать его от объекта съемки для получения достаточного эффекта.

В тех случаях, когда нужно равномерно подсветить очень большую поверхность, применяют жесткие стенки-отражатели размерами 3×2 *м* и больше, покрытые соответствующими материалами. Это гарантирует отсутствие в подсветке провалов, которые часто получаются при высвечивании широкой поверхности большим количеством отражателей малых размеров (рис. 88).

При съемке на натуре с солнечным освещением следует применять и различного рода затенители в виде щитов и тентов (обычно размером 3×3 *м*), сделанных из тонкой материи (марли, отмытого коленкора, тюля и т. п.) и подвешенных по углам к высоким шестам.

Во время натурных съемок вечерних и ночных сцен обычно используют источники искусственного света (прожектора и ауфгеллеры), которые питаются током от передвижных электростанций (лихтвагены, рис. 89), монтированных на автомобилях и имеющих ту или иную мощность (обычно 250—450—600 или 800 *а* постоянного тока).

СЪЕМКА В ПАВИЛЬОНЕ

§ 76. ВЕРХНИЙ СВЕТ

Верхний свет в советских студиях в отличие от практики современного заграничного кинопроизводства все еще является одним из основных элементов каждой световой схемы. По данным главного консультанта по свету студии «Мосфильм» орденоносца В. А. Кузнецова при съемках операторы в среднем дают: на верхний свет — около 25—30% от общего ампеража,



Рис. 89. Подсветка на натуре. Справа — подсветка прожекторами при натурной съемке для смягчения контрастов освещения солнцем; слева — «лихтваген» для питания осветительных приборов в экспедициях на натуре

на лобовой (передний) свет — около 20%; на боковой—около 35—40% и на контровой свет до 20%. Понятно, что в зависимости от общего стиля постановки, от характера снимаемой сцены и творческой индивидуальности оператора соотношение этих элементов световой схемы будет меняться. Для верхнего света раньше применялись только дуговые и ртутные лампы, но с появлением звукового кино и с переходом на панхроматический негативный материал на смену пришли простые и легкие лампы накаливания. И только для получения резкого

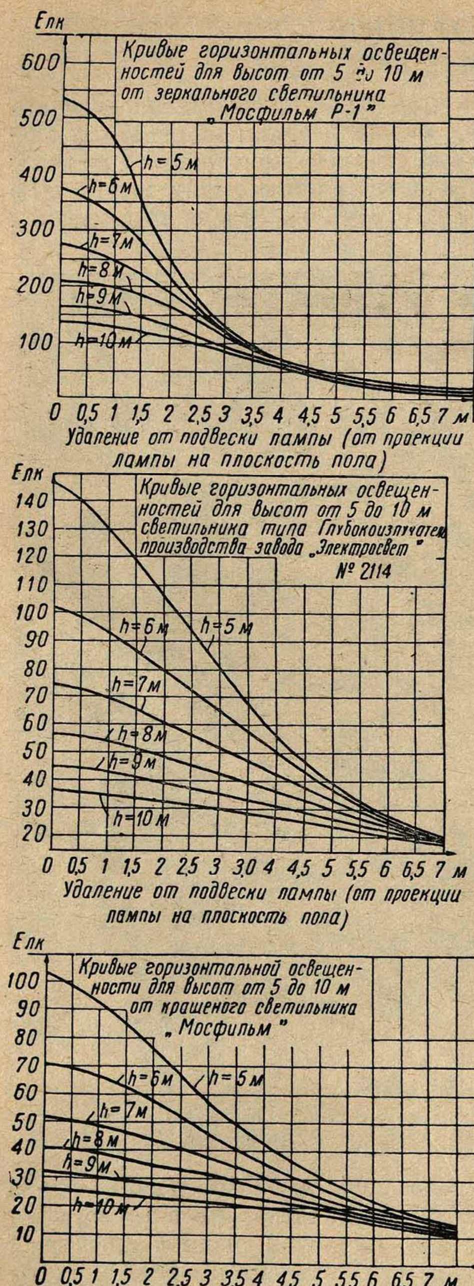


Рис. 90. Освещенность пола декорации при различной высоте подвески ламп верхнего света

эффекта верхнего света (эффект солнца в зените, мощной люстры в помещении и т. п.) иногда применяют дуговые лампы верхнего света (обычно в 45 *а* каждая).

Обычно лампы верхнего света монтируются на особых крестовинах (люстрах) группами по 20, 10 или 5 штук и на тросах прикрепляются к фермам потолочного перекрытия. При помощи ручных или моторных талей аппаратуру можно подвешивать выше или ниже от пола павильона и передвигать во все стороны. Обследование, проведенное светотехнической лабораторией «Мосфильм», дало следующие результаты, показанные в табл. 22.

Из табл. 22 видно, что в практике павильонных съемок на студии «Мосфильм» на 1 *м*² площади пола снимаемой декорации расходуется электроэнергии примерно около 1 *квт* на верхний свет, что дает около 2000 *лк* освещенности пола.

На рис. 90 даны кривые освещенности *E* (в люксах) пола при различной высоте подвески ламп верхнего света, принятых в студии «Мосфильм» типов (мягкого и рассеянного света — светильник с крашеным или с эмалированным отражателем; для более сильного света—с зеркальным отражателем).

Особый интерес представляют лампы верхнего света типа «Мосфильм Р-1» с зеркальным секционным отражателем. Они дают и с больших высот подвески световое пятно с равномерной освещенностью, без отдельных ярких бликов, колец и темных провалов. Их общий вид и кривая распределения сил света показаны на рис. 91.

Стандартная точечная лампа в 1000 *вт* при 110—120 *в* напряжения

Таблица 22

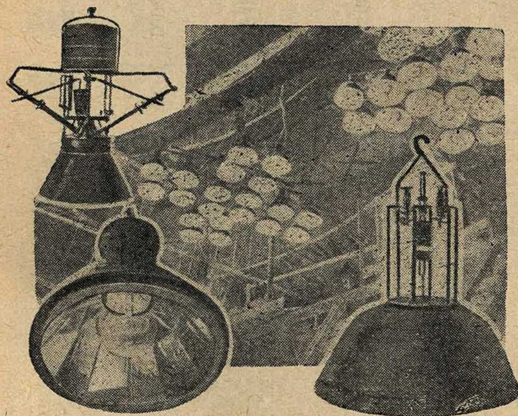
Использование верхнего света на съемках в студии „Мосфильм“

№ п/п	Название фильма и декорации	Площадь декорации (в $м^2$)	Высота подвески прибора над полом (в *м*)	Название осветительного прибора	Количество приборов	Общая мощность (в *квт*)	Удельная мощность (в *вт* на 1 $м^2$)	Освещенность (в тысячах люкс)		
								максимальная	минимальная	средняя
1	„Цирк“. Декорация кулис	104	6,7	Глубокоизлучатель „Электросвет“ № 2114	80	80	770	2,9	1,1	1,7
2	„Партбилет“. Декорация квартиры Куликовых Комната № 1	62,4	4,8	6-ламповые софиты	12	72	1154	5,5	0,8	3,22
3	Комната № 2	12,6	3,5	—	4	24	1900	2,8	2,0	2,4
4	Комната № 3	26,8	4,5	—	8	48	1790	4,1	2,5	3,36
5	„Лицо героя“. Декорация медпункта	42,6	3,8	Глубокоизлучатель „Электросвет“ № 2114	40	40	940	3,9	1,6	3,0
6	„Цирк“. Декорация комнаты Мэри	39,6	3,65	Глубокоизлучатель „Электросвет“ № 2114	40	40	1000	3,9	1,4	3,0

Примечание. Освещенность пола декорации определялась путем измерения освещения отдельных его точек, удаленных друг от друга на 1 *м*. Лампы питались переменным током.

окружена оригинальным отражателем, состоящим из двух кольцевых зон по 12 плоских зеркал (секций) в каждой. Диаметр отражателя — 480 *мм*. Коэфициент усиления света — 8,9 (у конического крашеного светильника коэфициент усиления всего 1,56, а у глубокоизлучателя «Электросвет» с эмалированным отражателем — 2,12).

На практике съемок зеркальные лампы верхнего света типа «Мосфильм Р-1» монтируются по 5 штук на одной крестовине. Одна такая крестовина (при высоте подвески около 5 *м*) дает равномерную освещенность около



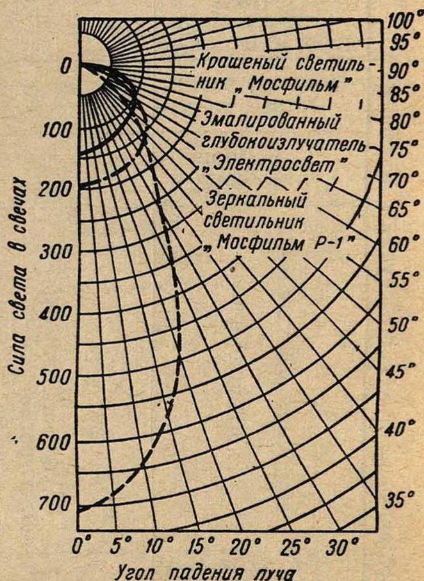


Рис. 91. Лампы верхнего света. Общий вид ламп «Мосфильм Р-1» с зеркальным секционным отражателем. Сверху — крестовины верхнего света с глубокоизлучателями «Электросвет»; слева—45-амперная дуговая лампа верхнего света. Справа — кривая распределения сил света

2000 *лк* на площади пола в 20 $м^2$ при удельной мощности верхнего света около 0,5 *квт* на 1 $м^2$ площади пола декорации. Это показывает, что данный источник верхнего света является одним из самых экономных, в особенности при большой высоте подвески (свыше 5 *м*).

Ниже в табл. 23 даны принятые на «Мосфильме» нормы расчета верхнего света для декораций различных размеров.

§ 77. АППАРАТУРА ДЛЯ БОКОВОГО СВЕТА И ДЛЯ ПОДСВЕТКИ

Для бокового света и для подсветки основным прибором является к и н о п р о ж е к т о р. Это комбинированный осветительный прибор направленного света, могущий работать как с проекционной (прожекторной) лампой накаливания, так и с дуговой лампой. В обоих случаях могут применяться как сплошные параболические отражатели, так и фацетные (секционные) с тем или иным рабочим диаметром (обычно от 150 до 1000 *мм*). На кинопроизводстве прожекторы с фацетным отражателем обычно называют а у ф г е л л е р а м и, в отличие от прожекторов со сплошным параболическим зеркалом, которые иногда называют «п а р а б о л а м и».

Таблица 23

Нормы применения зеркальных светильников верхнего света „Мосфильм Р-1"

Размер декорации	Высота подвески лампы (в *м*)	Количество ламп	Их общая мощность (в *квт*)	Расстояние между центрами крестовин (в *м*)	Удельная мощность верхнего света в (*квт* на 1 $м^2$ площади пола декорации)
Малая декорация с площадью пола 20—25 $м^2$	5	2 крестовины по 5 ламп каждая (1 крестовина с 20 лампами)	10 (20)	3	0,5(1,0)
Средняя декорация с площадью пола 40—50 $м^2$.	5—6	4 крестовины по 5 ламп каждая (2 крестовины по 20 ламп каждая)	20 (40)	4—5	до 0,4 (1,0 и выше)
Большая декорация. На каждые 100 $м^2$ пола	7 и выше	4 крестовины по 10 ламп каждая (4 крестовины по 20 ламп каждая)	40 (80)	6	до 0,4 (свыше 1,0)

Примечание. В скобках даны соответствующие значения для эмалированных ламп верхнего света «Электросвет».

В зависимости от диаметра отражателя прожектора иногда называют трехсотками (если диаметр зеркала равен 330 *мм*), пятисотками (диаметр 500 *мм*), шестисотками (диаметр 600 *мм*), семисотками, девятисотками, метровками и т. п.

На рис. 92 показан советский кинопрожектор «КП-45»[1], который является основным осветительным прибором, применяемым в наших студиях при съемках (пятисотка). Он может работать и с дуговой лампой (сила тока — 80 *а* при напряжении на дуге — 50 *в*) и с лампой накаливания (мощностью в 3 *квт* при 110 *в* напряжения). Для наглядности на фотографиях показаны только лампа и двойной кожух прожектора с отверстиями для вентиляции и верхним воздушным радиатором, а отражатель и переднее защитное стекло сняты.

При смене угледержателей дуговой лампы на подставку с патроном «Голиаф» для лампы накаливания необходимо отвинтить четыре барашка и провести замену; на это требуется всего около 2 мин.

Сплошной параболический отражатель из хромированного металла имеет фокусное расстояние 200 *мм* при диаметре 450 *мм* и обладает коэфициентом отражения около 60%. При дуговой лампе этот отражатель дает резко направленный световой луч с большой силой света (около 7200 тысяч свечей на постоянном токе).

Секционный (фацетный) отражатель состоит из трех концентрических зон с зеркальными пластинками (первая зона состоит из

[1] Названия советских приборов расшифровываются так: буквы «КП» означают «Кинопрожектор», стоящая рядом цифра (45, 60, 90) означает диаметр отражателя в сантиметрах.—*Н. А.*

8 пластинок, вторая — из 16 и третья из 16), укрепленными на штампованном корпусе, имеющем форму параболоида. Фокусное расстояние секционного отражателя — 150 *мм* при диаметре в 450 *мм*. Средний коэфициент отражения зеркальными пластинками около 80%. Этот отражатель дает угол рассеивания в горизонтальной плоскости 38° и в вертикальной — 30°, что позволяет применять прожектор «КП-45» с ним и на близких расстояниях (от 2 *м*); и в таких случаях он дает равномерное световое пятно.

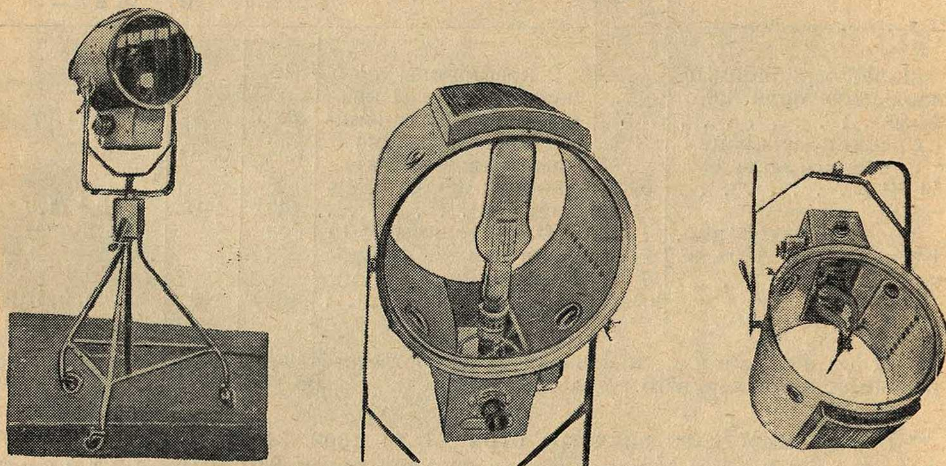


Рис. 92. Советский универсальный кинопрожектор «КП-45». Слева направо — общий вид прожектора на штативе; прожектор с лампой накаливания; тот же прожектор с дуговой лампой

Кривые светораспределения в горизонтальной (кривые *А*) и в вертикальной плоскости (кривые *Б*) прожектора «КП-45» с секционным и параболическим отражателем показаны на рис. 93, причем справа даны кривые для дуговой лампы (при 43 *в* и 80 *а* постоянного тока), а слева — для лампы накаливания в 3000 *вт* при 110 *в*.

Прожектор «КП-45» устанавливается на трехногом штативе, позволяющем изменять высоту световой точки от 1950 до 2610 *мм*. Штатив снабжен колесами для передвигания. Балластный реостат к прожектору снабжен четырьмя переключателями для получения нагрузки в 80, 60, 40 и 20 *а*. Вес прожектора «КП-45» с подставкой («лирой») 48 *кг*, вес штатива — 21,5 *кг* и вес реостата — 29,5 *кг*.

По типу прожектора «КП-45» изготовляются прожекторы:

«КП-60» с диаметром отражателей в 60 *см* и с лампой накаливания проекционного типа в 5000 *вт* при 110 *в*, или с пламенной дуговой лампой в 120 *а* при 60 *в*; угол рассеивания света — от 5 до 40°;

«КП-90» (с лампой накаливания в 10 000 *вт* при 110 *в* или с дуговой лампой в 200 *а* при 65 *в*; угол рассеивания света — от 3 до 25°.

Эти три прожектора оригинальной советской конструкции являются основным типом осветительной аппаратуры в наших киностудиях, причем,

работая с секционным отражателем, они могут служить в качестве источников общего света (бокового и контрового), а с параболическим — в качестве источника направленной подсветки.

Для общего бокового света применяются и специальные штативные лампы (агрегаты или стенки) с тем или иным количеством укрепленных на ней ламп накаливания. Раньше для тех же целей применялись и вертикальные площадки ртутных ламп и агрегаты дугового света. Эти источники дают широкий поток равномерного света, особенно пригодного для осуществления общего освещения снимаемой в павильоне сцены. Для сильного высвечивания задних больших фонов

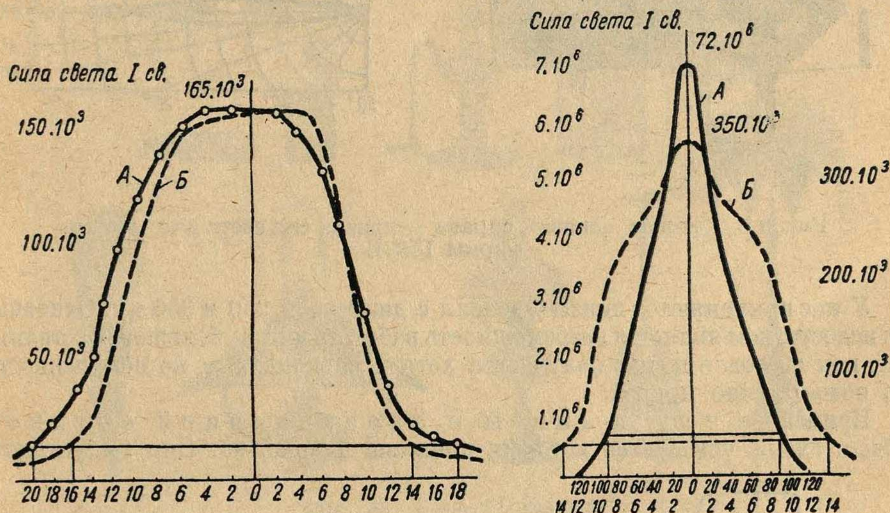


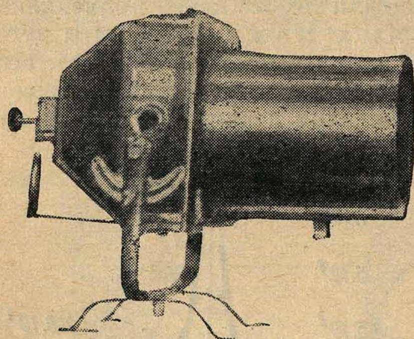
Рис. 93. Кривые распределения сил света прожектора «КП-45». В горизонтальной (кривая *А*) и в вертикальной плоскости (кривая *Б*) при работе с секционным отражателем и с лампой накаливания (слева); кривые светораспределения прожектора «КП-45» с дуговой лампой (справа) при параболическом отражателе (кривая *А*) и при секционном отражателе (кривая *Б*)

применяется мощная дуговая лампа (на 160 и на 300 *а*) так называемая арка.

Иногда требуется на малом участке положить очень резкий световой блик. Для этой цели служат линзовые прожектора (линзы). Они кроме параболического зеркала сзади источника света впереди него имеют стеклянную плосковыпуклую собирательную линзу (обычно диаметром в 150—175 *мм*), передвигая которую ближе или дальше от источника света (40-амперной дуговой лампы или проекционной лампы накаливания в 2 *квт*) сводят луч света или разводят его (рис. 94).

Последнее время у нас и за границей для киносъемок стали применять прожектора, снабженные линзой Френеля, которые позволяют получать равномерное световое пятно в пределах от 4 до 50°. Линза Френеля делается из специального тугоплавкого стекла «Паракс» с коэфициентом преломления 1,5 и не боится резких изменений температуры. Наружная

сторона линзы имеет сферическую поверхность; задняя — рифленую поверхность синусоидального типа. Применяются они с лампами накаливания прожекторного типа или с дугой интенсивного горения и дают коэфициент полезного действия от 6 до 37%, в зависимости от угла охвата светового потока.



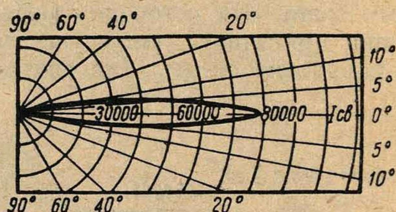


Рис. 94. Дуговая «линза», справа — кривая сил света для «линзы» фирмы ГИЗЕ

У нас применяются линзы Френеля с диаметром 250 и 350 *мм*. Основным их недостатком является невозможность работать ими на большое расстояние, так как световое пятно получается хотя и равномерным по освещенности, но недостаточно ярким.

Применяют у нас и линзы с проекционной оптикой, общая схема устройства которых показана на рис. 95. Они выпускаются

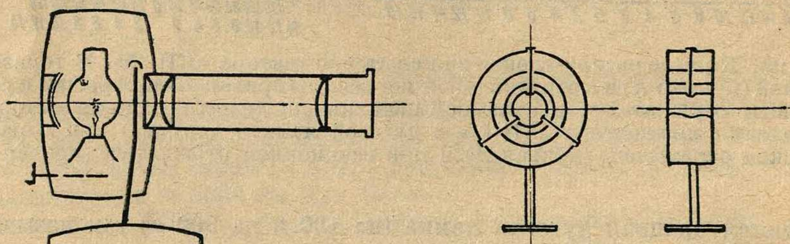


Рис. 95. «Линзы» с проекционной оптикой и конструкция кольцаоградителя

двух типов: малые (с лампой накаливания в 0,5 *квт*) и большие (с лампой накаливания в 3 *квт*; сила света около 100 000 свечей). Сзади лампы установлен отражатель (параболическое зеркало), а впереди конденсор и собирательная линза.

Перемещая лампу ближе или дальше к оптической части, можно изменять диаметр проецируемого светового пятна в широких пределах от 25 до 500 *мм*, причем с изменением диаметра светового пятна интенсивность его не меняется. У выходного отверстия лампы имеется вырез, куда можно вставлять каше и изменять

форму светового пятна вплоть до маленьких точек, позволяющих, например, высвечивать только глаза актера.

В наших студиях, так же как и в лучших заграничных, сейчас большинство осветительных приборов снабжается специальными светорассеивателями и поглотителями тепла (кольца-оградители). Они представляют собой спиральные или концентрические кольца, помещенные впереди источника света так, что лучи от него на освещаемые предметы не падают; последние освещаются только теми лучами, которые предварительно отразились от зеркала прожектора (сквозь кольцо проходят только эти лучи).

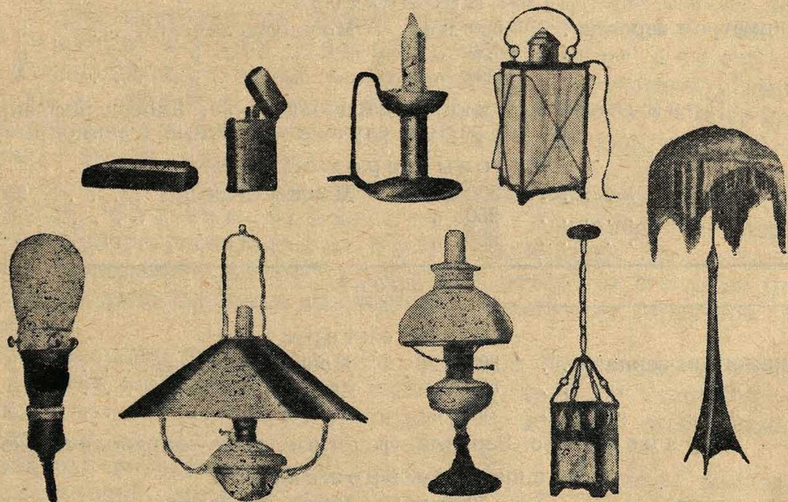


Рис. 96. «Эффект-лампы»

Наконец, бывают случаи съемки сцен, в которых применяются «эффект-лампы», представляющие собой оболочки имитируемого источника (керосиновой лампы, свечи, зажигалки, спички, электрической лампочки и т. п.), внутрь которого вставлена небольшая дуговая лампа с силой тока от 6 до 40 *а*, в зависимости от желаемого эффекта освещения (рис. 96).

Таким образом даже из приведенного выше краткого описания основных типов осветительных приборов можно видеть достаточное разнообразие аппаратуры, применяемой для киносъемок.

§ 78. ОСВЕЩЕНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ ЗАГРАНИЧНЫХ СТУДИЯХ

В настоящее время на заграничном кинопроизводстве верхний свет как самостоятельный элемент световой схемы применяется крайне редко. Вместо него лампы бокового света (прожектора) располагаются на подвесных щитах над стенками декорации примерно на расстоянии 1 *м* друг от друга и светят наклонно обычно под углом 45°.

В практике заграничных студий в настоящее время основным типом

осветительной аппаратуры является прожектор с проекционной лампой накаливания мощностью в 2—5 *квт.*

На съемках такие прожектора составляют до 90% от общего количества используемых источников.

Применяемые для съемок прожектора имеют следующие данные (табл. 24).

Таблица 24

Основная осветительная аппаратура в заграничных студиях

Америка			
Прожектора			
С диаметром зеркала . .	550 *мм*	Мощность лампы . . .	2 *квт.*
„ „ „ . .	750 „	„ „ . . .	3 „
„ „ „ . .	1 000 „	„ „ . . .	4 „
Примечание. Зеркала—параболические, иногда рифленые и в редких случаях—фацетные (секционные).			
Линзовые прожектора			
С диаметром	200 *мм*	Мощность лампы	300 *вт*
„ „	250 „	„ „	500 „
„ „	300 „	„ „	1 000 „
Европа			
Прожектора			
С диаметром зеркала . .	300 *мм*	Мощность лампы . . .	2 *квт*
„ „ „ . .	500 „	„ „ . . .	3 „
„ „ „ . .	700 „	„ „ . . .	5 „
Примечание. Зеркала—фацетные, реже—параболические.			
Линзовые прожектора			
С диаметром	170 *мм*	Мощность лампы	1 000 *вт*
„ „	200 „	„ „	1 500 „

Следует заметить, что линзовые прожектора имеют особенно широкое распространение на американском кинопроизводстве, в Европе же последними пользуются значительно реже.

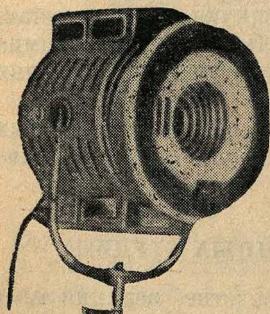


Рис. 97. Новейшая американская «линза» с лампой накаливания, френелевской линзой и наружной диафрагмой

Основными источниками света (до 80—90%) являются лампы накаливания. Дуговой свет применяется только для сильной подсветки мощными лампами (интенсивного горения) в больших павильонах. Применяемые дуговые лампы снабжены специальными фильтрами для электротока и горят бесшумно. Многие из них снабжены приспособлениями для автоматической регулировки дуги, что в значительной степени уменьшает количество обслуживающего персонала.

Дуговой свет вместе со светом ламп накаливания применяется и при съемке цветных фильмов.

Конструкция современных заграничных прожекторов крайне упрощена и облегчена за счет применения алюминия и дюралюминия. Освети-

тельная аппаратура обычно распределяется на специальных мостках-галереях, подвешиваемых на цепях или на металлических стержнях непосредственно под колосниками ателье. Для быстрой перестановки осветительной аппаратуры во время съемки служат специальные механизированные подъемные площадки, позволяющие поднимать осветительные приборы на высоту до 8 *м*.

§ 79. РАЗРАБОТКА СВЕТОВОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ДАННОЙ ДЕКОРАЦИИ

Приступая к разработке световой схемы для будущей съемки какого-нибудь кадра, кинооператор прежде всего решает вместе с режиссером вопрос, каков будет общий характер освещения кадра: спокойный, ровный (монотонный) или контрастный, с вырисовкой отдельных предметов световыми пятнами (см. рис. 84). Ответ на этот вопрос даст общая стилевая установка для данного фильма, вытекающая из его содержания.

После этого уточняется характер освещения снимаемой сцены (нормальный, сильно освещенный, например, для передачи яркого солнечного дня, или слабый общий свет), отталкиваясь от времени происходящего действия (утро, день, вечер), от его места (на залитой солнцем лужайке или в полутемном подвале) и от характера самого действия.

Предварительное разрешение этих вопросов безусловно необходимо. От них зависит как выбор той или иной осветительной аппаратуры, так и величина средней световой нагрузки на 1 $м^2$ площади пола снимаемой декорации.

Выбрав эти исходные данные, оператор берет зарисовку мизанкадра и соответствующий ему план декорации (см. § 20) и по нему производит примерную расстановку осветительных приборов, обозначая их на плане декорации условными знаками, принятыми на данном производстве. Если в одной и той же декорации примерно по одному и тому же направлению снимаются общие, средние и крупные планы, то детально разрабатывается световая схема лишь для общего плана (рис. 98 и 99). Ниже мы приводим несколько примеров расчетов освещения.

Пример 1. Декорация размером 318 $м^2$: торговая площадь в небольшом уездном городе. Время суток: день (солнечный). Количество актеров, участвующих в съемке, — 25 человек. Требуется создать полную иллюзию дня, для чего необходимо максимум света сосредоточить над снимаемой площадью, чтобы ослабить или совершенно уничтожить тени от приборов бокового света. Дать слабое освещение внутренних помещений. Имитировать сноп солнечного света.

Исходя из расчетов элементов средней освещенности площади, для чего обычно требуется 7 *а* на 1 $м^2$ плюс 2 *а* на 1 $м^2$ ввиду специфичности сюжета (яркий солнечный летний день), выбираем следующую аппаратуру.

Верхний свет: дуговые лампы «Эфа» — 24, прожекторов 500-*мм* с верха декораций — 5. Боковой свет (в основном расположенный полукругом по обе стороны съемочного аппарата): прожекторов 500-*мм* — 8; прожекторов 1000-*мм* с параболическим зеркалом для имитации сол-

нечного луча (луч перпендикулярен к оптической оси объектива) — 1; ауфгеллер 600-*мм* — 1 (устанавливается вблизи от съемочного аппарата для ровного освещения всей площади, а главным образом — объектов, расположенных «лицом» к объективу; дуговых агрегатов, поставленных за границами снимаемой площади и служащих для мягкого освещения объектов, расположенных или передвигающихся параллельно или перпен-

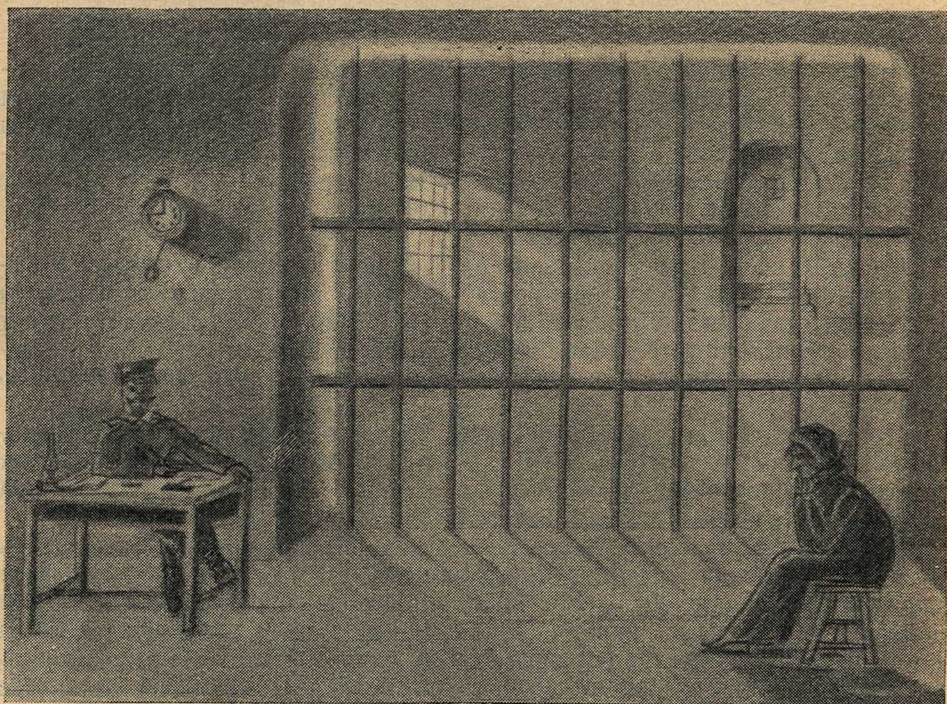


Рис. 98. Зарисовка мизанкадра к съемке этюда «Свидание матери с Павлом» из фильма «Мать» (из работ студентов ВГИК)

дикулярно границам, — 8; агрегатов с лампами накаливания (шестиламповых, по 1000 *вт* каждая лампа) для помещения их внутри снимаемых торговых помещений — 4. Общая сила тока, потребляемого указанными приборами, равна 2868 *а*. Площадь декорации равна 318 $м^2$. Отсюда для создания необходимой освещенности 1 $м^2$ декорации потребляется тока:

$$\frac{2868}{318} = 9a.$$

Обычно, как было указано выше, на 1 $м^2$ требуется 7 *а*, значит для данной площади это составило бы 2232 *а*, но ввиду особенностей сюжета (яркий солнечный день) даем дополнительно 636 *а* (из расчета дополнительных 2 *а* на 1 $м^2$).

Пример 2. Декорация: комната площадью 49 $м^2$; в середине — обе-

денный стол с висящей над ним лампой. Вечер. Требуется дать мягкое освещение всей комнаты с сильным светом над столом. В окнах темно.

Исходя из формулы $I = Z \cdot S$, где I — общая сила тока, S — площадь декорации в кв. метрах и Z — коэфициент, равный 7 (для нормальных освещенностей), нам потребуется сила тока:

$$I = 49 \cdot 7 = 343\ a.$$

Поскольку декорация изображает комнату **вечером**, интенсивность света должна быть снижена в среднем на 2 a на 1 $м^2$; отсюда имеем снижение $49 \cdot 2 = 98\ a$. Потребная сила тока будет $343 - 98 = 245\ a$.

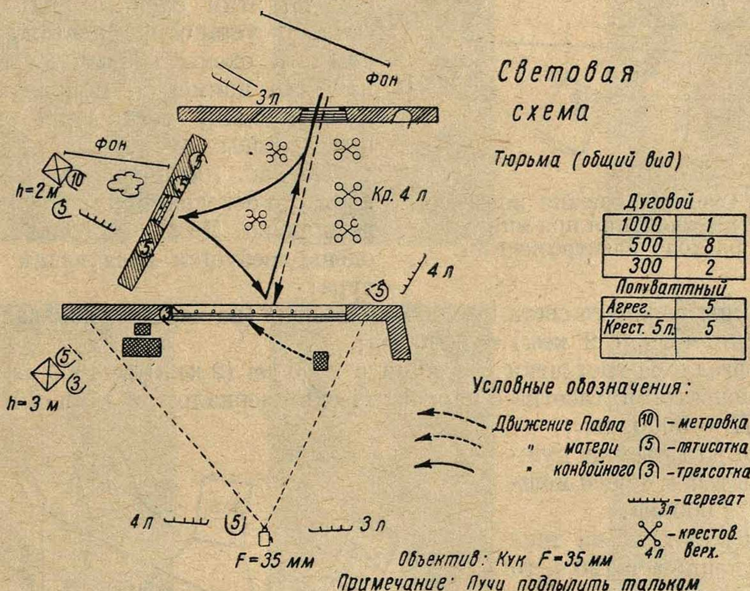


Рис. 99. Световая схема к мизанкадру рис. 98.

Затем производим выбор осветительных приборов. Для общего мягкого освещения комнаты с небольшим затемнением углов ее потребуется 2 лампы верхнего света = 50 a; 2 дуговых агрегата по обеим сторонам аппарата для мягкого освещения авансцены = 100 a и «эффект-лампу» силой 50 a (столовая лампа); итого 245 a.

Приведенных выше примеров достаточно, для того чтобы понять самый метод расчета световых схем.

§ 80. СТАНДАРТНЫЕ СВЕТОВЫЕ СХЕМЫ

Наша повседневная съемочная практика дает среднюю насыщенность осветительной аппаратурой примерно в 7 — 20 a на 1 $м^2$ поверхности освещаемой декорации; эти нормы относятся обычно к дуговому свету и к ортохроматической пленке.

Переход на свет ламп накаливания с применением панхроматической пленки позволяет значительно уменьшить эту норму. Для примера приводим несколько типовых схем наиболее рационального стандартного освещения, выработанного за границей для ламп накаливания при съемке на панхроматической пленке с чувствительностью около 400° по Х. и Д.

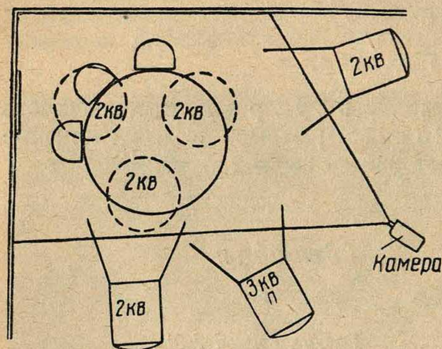


Рис. 100. Схема освещения интерьера лампами накаливания при минимальном расходе электроэнергии

Следует оговориться, что в настоящее время величина световых нагрузок по этим схемам является несколько устарелой, поэтому приводим эти схемы и расчеты только в качестве примеров, поясняющих самую методику построения стандартных световых схем.

На рис. 100 показана схема стандартного освещения для съемки среднего плана. Для освещения всей этой сцены требуется следующая аппаратура:

3 лампы верхнего света по 2000 *вт* каждая (на чертеже показаны пунктиром с пометкой 2 *квт*) = 6000 *вт*;

2 ауфгеллера-трехсотки с лампой в 2000 *вт* (2 *квт*) = 4000 *вт*;

1 прожектор-пятисотка с параболическим зеркалом, с лампой в 3000 *вт* (3 *квт П* = 3000 *вт*);

Всего для съемки нужно шесть точек общей мощностью 13 000 *вт*.

Если работать на токе с напряжением в 120 *в*, то ампераж выразится в 108 *а*

$$\left(\text{так как } \frac{13000}{120} = 108\right).$$

На рис. 101 дана схема освещения наружной лестницы подъезда дома. Здесь требуется всего 9 осветительных точек, из которых:

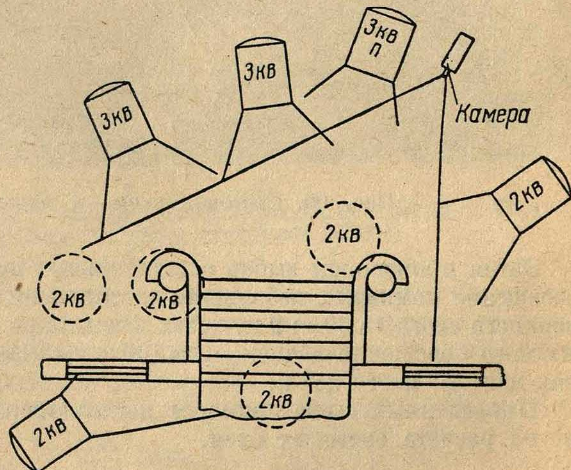


Рис. 101. Схема освещения натурной декорации в павильоне

4 лампы верхнего света по 2000 *вт* каждая (на рисунке показаны пунктиром с пометкой 2 *квт*) = 8000 *вт*;

1 пятисотка с параболическим зеркалом и лампой в 3000 *вт* (3 *квт П*) = 3000 *вт*;

2 ауфгеллера-пятисотки с лампами по 3000 *вт* каждая (3 *квт*) = 6000 *вт*.

2 ауфгеллера-трехсотки с лампами по 2000 *вт* каждая (2 *квт*) = 4000 *вт*.

Всего 9 точек с общей мощностью 21 000 *вт*, или $\frac{21000}{120} = 175a$.

Из этих примеров стандартного освещения видно, как можно проводить киносъемку с минимальным расходом электроэнергии и осветительной аппаратуры.



Рис. 102. Влияние расположения источников освещения по отношению к объекту съемки на характер получаемого изображения

В настоящее время на наших передовых киностудиях разработаны нормативы средних освещенностей декораций в павильоне для получения различного характера освещения (день, ночь, вечер и т. п.). Так как эти нормативы ориентируются на современное состояние технической базы киностудии (осветительная аппаратура, пленка и т. п.), они представляют для нас большой интерес, почему мы и приводим их (см. стр. 174),

О том огромном значении, которое имеет расположение осветительной аппаратуры по отношению к снимаемым объектам в смысле придания им на снимке той или иной выразительности, можно судить по образцам съемки гипсового бюста Гомера (рис. 102) и капители колонн (рис. 103) при различных световых схемах.

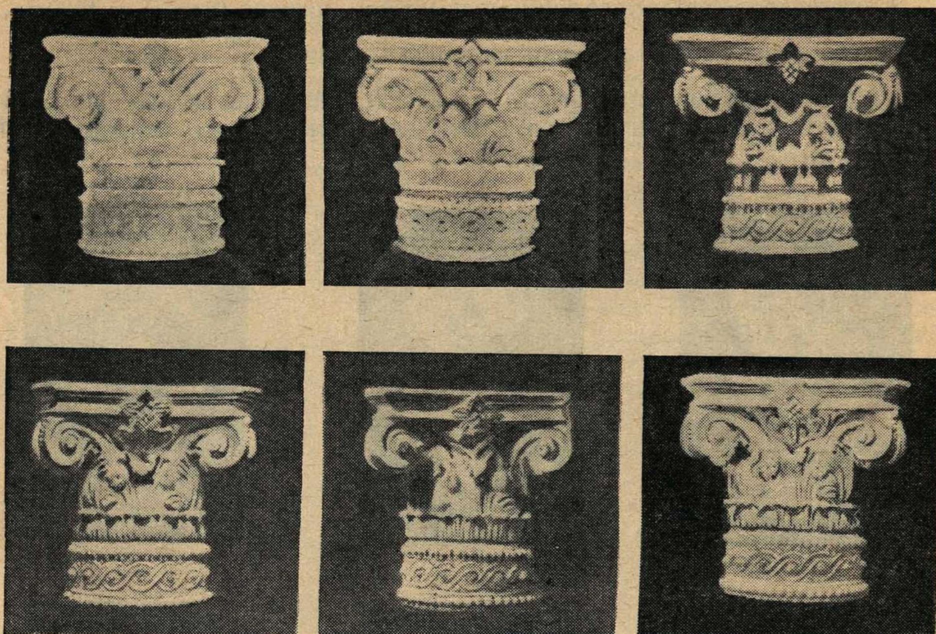


Рис. 103. Влияние направления светового потока на характер изображения

Нормативы средней освещенности декораций в павильоне

По данным ордена Ленина студии „Ленфильм“

Характер декорации	Характер эффекта освещения	Установленная мощность в (*квт*)		
		На 1 *м*² площади	На 1 *м*² снимаемой поверхности	На 1 *м*³ объема декорации
Под натуру	Ночь	0,990	0,845	0,098
Общественные места	„	1,320	0,545	0,330
То же	Вечер	2,740	0,610	1,090
„	Пасмурный день	3,765	1,955	0,580
„	День	7,455	3,600	2,770
„	Яркий солнечный день	24,320	9,805	0,975
Жилые комнаты	Ночь	10,355	5,085	0,354
„	Вечер	18,870	7,560	0,840
„	Солнечный день	24,320	9,805	0,975

Ордена Ленина киностудия «Мосфильм» дает несколько другие нормативы, исходя из практики своих операторов, работа которых со светом отличается от работы их ленинградских коллег.

Световая нагрузка на 1 $м^2$ площади декорации для получения различных характеров освещения

По данным ордена Ленина студии „Мосфильм“

I. Сильное освещение

1. Яркий солнечный день в декорации под натуру:
   в малых декорациях . . . . 2 *квт* на 1 $м^2$
   в больших декорациях . . . . 1,5 *квт* на 1 $м^2$
2. Эффект солнечного дня в помещении (с высвеченным задником) . . . . 1,5 *квт* на 1 $м^2$
3. Эффект солнечного дня с облаками в декорации под натуру . . . . 1,2—1,1 *квт* на 1 $м^2$
4. Ярко освещенные искусственным светом помещения (рестораны, кафе и т. п.) . . . . 1,2—1 *квт* на 1 $м^2$

II. Освещение средней яркости

1. Эффект облачного дня в декорации под натуру . . 1 *квт* на 1 $м^2$
2. Эффект пасмурного дня в декорации под натуру . 0,7—0,6 *квт* на 1 $м^2$
3. Эффект дневного освещения в помещении (без солнечных бликов) . . . . 0,7—0,6 *квт* на 1 м²
4. Эффект нормального искусственного освещения в помещении . . . . 0,7—0,6 *квт* на 1 $м^2$

III. Слабое освещение с эффективными бликами

1. Эффект раннего утра или заката в декорации под натуру . . . . 0,5—0,4 *квт* на 1 $м^2$
2. Раннее утро или поздний вечер в помещении . . . 0,5—0,4 *квт* на 1 $м^2$
3. Нормальное комнатное освещение от ламп . . . . 0,3—0,2 *квт* на 1 $м^2$
4. Эффект ночного освещения декорации под натуру (с уличными фонарями, светом из окон и т. п.) . . 0,3—0,2 *квт* на 1 $м^2$
5. Эффект лунного освещения . . . . 0,3—0,2 *квт* на 1 $м^2$

IV. Слабое освещение

1. Эффект сумерек или очень пасмурного дня в декорациях под натуру . . . . 0,6 *квт* на 1 $м^2$
2. Эффект ночного освещения декорации под натуру без ярких бликов . . . . 0,4—0,3 *квт* на 1 $м^2$
3. Эффект темной ночи . . . . 0,3—0,2 *квт* на 1 $м^2$
4. Слабое освещение внутри комнат . . . . 0,6—0,5 *квт* на 1 $м^2$

При освещении кинодекорации необходимо учитывать, что боковой направленный, скользящий и контражурный свет выявляет фактуру и все неровности, шереховатости и т. п. Поэтому в тех случаях, когда нужно скрыть фактуру или дефекты декорации, ее освещают по преимуществу лобовым рассеянным светом и перед задней частью вешают тюль или слегка задымливают воздух.

В декорациях с преобладанием рельефов обычно применяют большое количество бокового света.

Для отделения актеров от фона рекомендуется применять или различную их освещенность (в соотношении 1 : 1,5—1 : 2) или контровой свет. При построении мизансцены точно следить за тем, чтобы фигура актера и его лицо проектировались на фоне отличной от них тональности.

Для создания освещением глубины декорации рекомендуется чередовать освещенности ее частей, различно удаленных от съемочной камеры. Обычно для этого глубину декорации и обстановку в ней разбивают на 3—4 пояса (плана) и каждый из них высвечивают с различной освещенностью.

Чаще всего передний план делают темнее остальных, средний план делают средней освещенности и самый дальний — светлее всех. Как правило, тот план, где развертывается основное действие или где находятся основные персонажи, к которым мы хотим привлечь внимание зрителей, освещается сильнее, чем второстепенные части декорации и актеры.

Очень хороши на экране различные световые эффекты (солнечные и лунные блики, тени и т. п. на стенах и на полу декорации), которые осуществляются с помощью мощных дуговых источников света с поставленными перед ними «масками» из листа фанеры с вырезами той или иной формы. Освещенность таких «солнечных» бликов должна быть в 3—4—5 раз больше общей освещенности декорации.

Создание динамических световых эффектов (проходящие по стене тени, блики от фар проезжающих автомобилей, прожекторов, вспышек молнии и т. п.) в значительной степени оживляют любую декорацию (примеры: «Конвейер смерти», «Цирк», «Партбилет» и другие фильмы).

Умелое использование всех технических и оптических данных современной осветительной аппаратуры позволяет творческим работникам постановочного коллектива наилучшим способом реализовать свои художественные замыслы.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Е. М. Голдовский и Н. В. Горбачев, «Светотехника кинопроизводства», Гизлегпром, М., 1934, ц. 4 р. 55 к.

В. Д. Коровкин и А. И. Шелепин. «Освещение при киносъемках» Гизлегпром, М., 1932, ц. 1 р. 30 к.

Статьи в журнале «Советская кинофотопромышленность», № 6, 1935 и в № 1; 2; 3; 5 и 12, 1936.

КИНОСТУДИИ

§ 81. КИНОСТУДИИ И ИХ ОРГАНИЗАЦИЯ

Киностудией называется производственная организация, имеющая все необходимое для съемки кинофильмов.

В СССР студии являются самостоятельными производственными единицами, которые полностью осуществляют принятую ими кинопостановку. В некоторых странах киностудия производственных функций не несет, а является только той технической базой, которую арендует любой предприниматель, ставящий тот или иной фильм.

Понятно, что в зависимости от выполняемых функций каждая студия будет иметь и соответствующую организационную структуру. До последнего времени наиболее совершенной с точки зрения обеспечения быстрого и высококачественного производства фильмов считалась организация американских киностудий. Приводим ниже краткое описание организационной структуры одной из лучших студий Холливуда — студии «Фокс-фильм».

Кроме руководящего и административного персонала студии имеется 36 отделов (департаментов):

1) Департамент разработки сюжета.
2) Департамент сценариев.
3) Департамент переписки.
4) Департамент распределения ролей.
5) Драматическая школа.
6) Музыкальный департамент.
7) Научно-исследовательский департамент. (Дает научно обоснованные и проверенные данные для декоративного оформления, для выбора костюмов, реквизита, бутафории и т. п.)
8) Департамент декоративного оформления. (Здесь художник-архитектор и декораторы разрабатывают эскизы декораций и следят за их реализацией.)
9) Департамент технических сооружений. (Выполняет все работы по постройке декораций по полученным чертежам.)
10) Департамент специальных эффектов. (Разрабатывает и осуществляет технику создания при съемках искусственного снега, дождя, тумана и пиротехнических эффектов.)
11) Мебельный департамент. (Имеет склад мебели, и по заявкам художника обставляет декорацию нужной мебелью.)
12) Драпировочный департамент. (Ведает коврами, драпри, занавесками и т. п. деталями отделки декорации.)
13) Костюмерный департамент. (Имеет несколько тысяч мужских и дамских костюмов различных стилей и эпох.)

14) Департамент бутафории и реквизита. (Имеет склады их и мастерские для изготовления нового.)

15) Департамент грима.

16) Департамент натурных съемок. (Имеет фототеку, по которой заранее подбираются места будущих натурных съемок. Департамент ведет полное обслуживание всех съемочных групп, находящихся на натурных съемках.)

17) Департамент постоянных натурных декораций. (Ведает содержанием, переделкой и постройкой новых постоянных декораций, выстроенных на территории студии под открытым небом.)

18) Департамент монтажа негатива изображения и фонограммы по утвержденному контрольному экземпляру фильма.

19) Департамент монтажа позитива. (Здесь монтажеры по указаниям режиссера самостоятельно монтируют снятый материал.)

20) Департамент редактирования фильмов.

21) Операторский департамент. (Руководит работой всего технического персонала, обслуживающего съемки изображения.)

22) Департамент съемочной аппаратуры. (В нем хранится, проверяется и ремонтируется вся аппаратура, выдаваемая для съемок оператору.)

23) Департамент зарядки кассет. (Снабжает заряженными кассетами всех операторов, работающих в студии; вечером получает кассеты с экспонированным материалом.)

24) Департамент макетов. (Изготовляет для съемок макеты, фотодекорации задних фонов и т. п.; по специальным заданиям ведет съемку их.)

25) Департамент звукозаписи и перезаписи звука.

26) Департамент звуковых и шумовых эффектов.

27) Трюковой департамент. (Разрабатывает и самостоятельно осуществляет по заданию режиссера трюковые съемки для всего фильма.)

28) Электротехнический департамент. (Ведает энергетической базой, осветительным парком и обслуживающим их персоналом.)

29) Департамент проекционных залов (просмотровых).

30) Лабораторный департамент (лаборатория).

31) Рекламный департамент.

32) Фильмотечный департамент с фильмотекой (хранилищем старых фильмов и остатков от прошлых съемок), в которой имеется около 5 000 000 фут. негатива изображения и около 1 000 000 фут. негатива фонограмм. Весь материал классифицирован по сюжетам и темам.

33) Департамент транспорта.

34-35) Департамент безопасности (пожарная охрана и внутрипроизводственная полиция).

36) Департамент закупок и снабжения.

Примерно по такому же типу с поправками на наши советские условия, вытекающие из принципиального отличия советской кинематографии от буржуазной, построена организационная структура и наших киностудий. Подобная организация киностудии имеет целью максимально разгрузить съемочную группу и дать ей возможность сосредоточить все силы и время непосредственно на проведении самой съемки.

В СССР имеется большое количество построенных за годы сталинских пятилеток киностудий. В Москве: ордена Ленина студия «Мосфильм»,

«Союздетфильм», «Мостехфильм», «Союзкинохроника», «Союзмультфильм»; в Ленинграде: ордена Ленина студия «Ленфильм», «Лентехфильм», «Союзкинохроника»; в Киеве и в Одессе—«Украинфильм»; в Минске—«Советская Белорусь»; в Тбилиси—«Грузфильм»; в Баку — «Азерфильм»; в Ереване — «Арменфильм»; в Ташкенте — «Узбекфильм»; в Сталинабаде — «Туркменфильм». Студии «Союзкинохроники» имеются в Ростове, Харькове, Минске, Свердловске, Хабаровске и других городах.

§ 82. СЪЕМКИ НА НАТУРЕ

Съемки фильма производятся в павильонах или ателье, под которыми мы понимаем помещения, специально приспособленные для производства в них съемок кинофильмов, либо на натуре.

В среднем, в советских фильмах около 60% всех съемок производится в павильонах и около 40% на натуре.

Натурной называется киносъемка в обстановке естественных «декораций» (поля, леса, реки, горы и т. п.), главным образом при свете солнца, к которому иногда добавляются искусственные источники света и отражатели.

Основным достоинством натурных съемок является их убедительность, основанная на подлинности снимаемого материала. Широкие общие планы, снятые на натуре, дают наиболее эффектные кадры. Подмена подобной натуры павильонной съемкой обычно заметна на экране главным образом из-за отсутствия дальних горизонтов с еле замечаемой глазом дымкой, создающей естественную глубину перспективы; в павильоне ее не удается получить, даже вешая перед задниками специальные газовые и марлевые сетки, тюль, напуская у заднего края декорации дым, пар и т. п.

Кажущаяся простота и дешевизна натурных съемок в производственной обстановке кинофабрик часто себя не оправдывает. Основным недостатком всех натурных съемок является их зависимость от времени года и от состояния погоды. Непостоянство силы света во время съемки на натуре также сильно мешает работе и тормозит ее. Невозможность передвигать свет (солнце) в нужном направлении обычно ограничивает время съемок в данном месте, так как иначе переменится основная световая схема, и при монтаже отдельные планы не будут сходиться. Часто бывают затруднения и с выбором точки для съемочной камеры и для оператора и соответствующей аппаратуры для подсветки (в особенности во время работы в горах).

Состояние погоды также может разрушить все календарные планы съемок. Высокая стоимость экспедиций на натуру, отсутствие гарантий окончания съемок в срок и своевременного возвращения в студию для начала работ в павильоне являются крупным минусом всех натурных съемок. Производственно более целесообразным является постройка соответствующих декораций на открытой площадке возле студии, что позволяет в случае плохой погоды быстро перестраивать свой календарный план и переходить к съемке павильонов, либо, «подбросив» на площадку мощ-

ные источники света из студии, добиваться нужного эффекта освещения независимо от состояния погоды.

СНК СССР в своем постановлении «Об улучшении организации производства кинокартин» обязал студии «вынести часть павильонных съемок на натурные площадки близ студий».

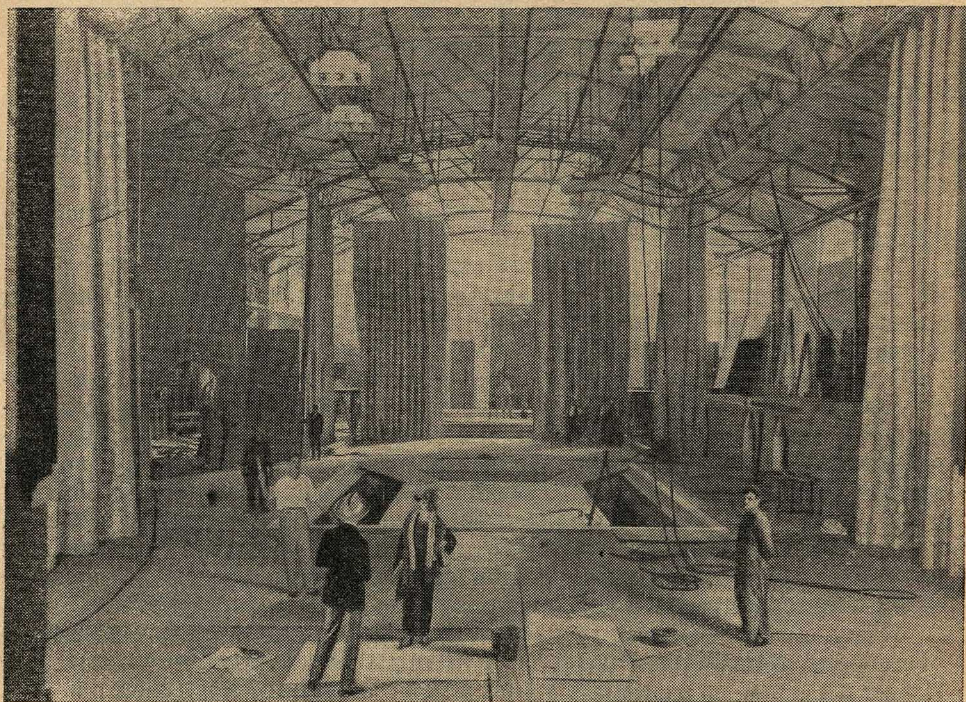


Рис. 104. Полусветлый павильон во французской студии. Посредине — бассейн

§ 83. КИНОАТЕЛЬЕ (ПАВИЛЬОНЫ)

Первые киноателье строились со стеклянными крышами и стенами, для того чтобы максимально использовать свет солнца. Недостатки работы с естественным освещением, о которых говорилось выше, заставили ввести в эти «светлые павильоны» мощные дуговые фонари. С развитием техники осветительной аппаратуры и с появлением высокочувствительной пленки все больше и больше исчезала зависимость съемок в ателье от солнечного света. Американцы первыми пошли по пути создания киноателье, в которых весь свет, нужный для производства съемок, берется только от искусственных источников.

Так создались два типа ателье: светлые и темные. В первых — часть крыши и стен (обращенных на север) делаются из стекла и снабжаются

занавесками. При работе в них солнечный свет является основным для получения общего света, а соответствующая художественная подсветка осуществляется при помощи осветительных приборов (рис. 104).

Преимущество таких ателье — пониженный расход электроэнергии на освещение при съемках. Недостаток — зависимость от погоды и неудоб-

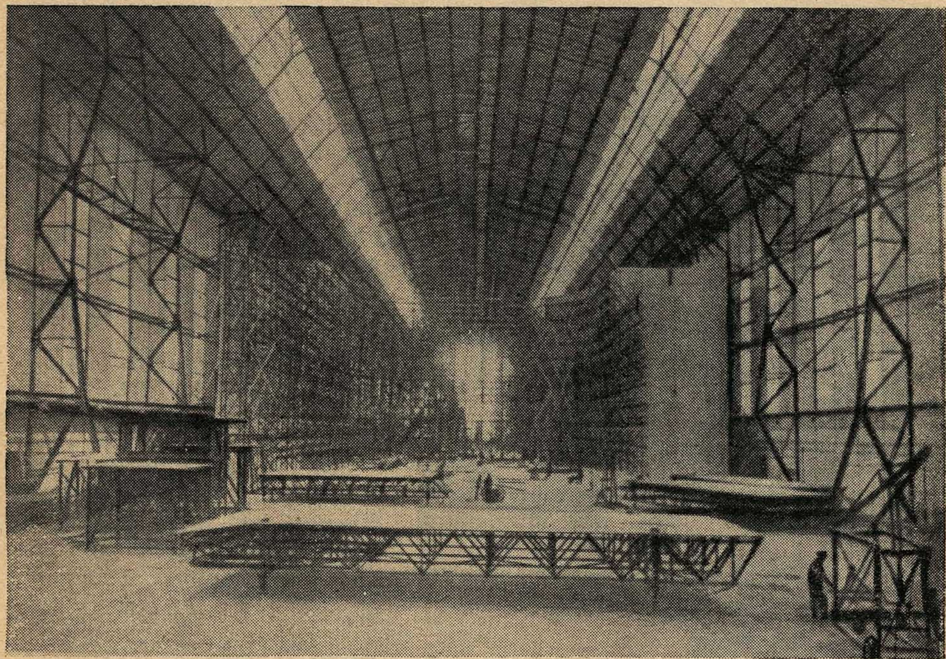


Рис. 105. Величайшее в мире киноателье в Штаакене. Длина 250 *м*, ширина 47 *м* и высота 47 *м*. Площадь пола около 12 000 *м*²

ства при звуковой съемке, так как стеклянные крыша и стены являются слабым изолятором от внешних шумов и звуков.

С развитием звукового кино на смену светлым павильонам пришли «темные ателье». Полная независимость от времени года, от состояния погоды, а также возможность строго плановой работы в темном павильоне помогли созданию и настоящих кинофабрик (студий) с их точным графиком работы.

Не следует думать, что киностудия может состоять только из павильона для съемок. Требуется еще наличие большого количества технически оснащенных цехов (операторского, звукозаписывающего, постановочного, осветительного, электромеханического, бутафорского, костюмерного, гримерного и т. п.). Поэтому хорошая киностудия должна иметь достаточно большой павильон для съемок

располагать соответствующим количеством электроэнергии и осветительной аппаратуры, иметь все необходимые подсобные цеха и оборудование, обеспечивающие спокойную, быструю, хорошую и дешевую работу по постановке любого фильма.

Производственная мощность каждой кинофабрики измеряется площадью пола ее павильонов, максимальным амперажем (главным образом постоянного тока) и ассортиментом осветительной аппаратуры, которым она может располагать при съемках, а также наличием всех подсобных цехов и запасов в них постановочного материала (декораций, бутафории, реквизита, костюмов, грима и т. п.).

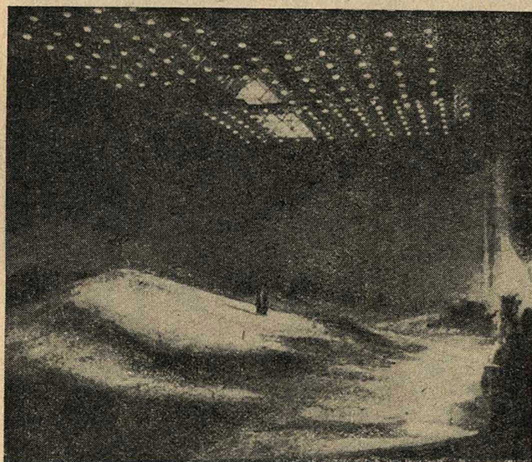


Рис. 106. Съемка пустыни в одной из половин павильона в Штаакене

§ 84. СЪЕМОЧНАЯ ПЛОЩАДЬ КИНОСТУДИИ

Когда определяют мощность той или иной киностудии и говорят о площади пола ее павильонов, то должно учитывать не только ее суммарную величину, но и размеры каждого павильона в отдельности, а также удобство работы в нем.

Размеры площади пола отдельных павильонов в киностудиях бывают весьма различны, начиная от карликовых ателье для звуковых съемок с площадью всего в 75—100 $м^2$ до грандиозных павильонов в 10 000—12 000 $м^2$ (рис. 105 и 106).

Для примера укажем, что ордена Ленина студия «Мосфильм» имеет пять павильонов с общей площадью в 3640 $м^2$ (павильоны № 1, № 2 и № 3 имеют площадь по 700 $м^2$ каждый, № 4 — 485 $м^2$ и № 5 — 1056 $м^2$); студия «Союздетфильм» в Москве — всего три павильона с общей площадью около 800 $м^2$ (павильон № 1 — 400 $м^2$; № 2 — 210 $м^2$ и № 3 — 190 $м^2$). В заграничных киностудиях также имеются павильоны самых разнообразных размеров (табл. 25).

Для американского кинопроизводства характерно наличие в студии большого количества отдельных павильонов достаточно больших размеров. Например, одна из крупнейших студий «Радио-Корпорейшен» (РКО) в Холливуде имеет 15 павильонов по 2500 $м^2$ каждый при высоте 12 $м$. В них одновременно можно снимать до 12 картин, что позволяет студии выпускать в год до 65 полнометражных художественных фильмов.

Таблица 25

Размеры и оборудование павильонов некоторых современных французских и английских киностудий

Фирма	Павильон	Площадь (в $м^2$)	Длина (в м)	Ширина (в м)	Высота (в м)	Техническое оборудование
„Патэ-Натан“	„A“ в Жуанвиле	264	22	12	7,75	Предназначен для тонировки
„	„B“ „	820	45	18	10,5	Снабжен экраном и установкой для рирпроекции
„	„C“ „	102	12	8,5	7	
„	„*D*“ „	612	35	17,5	13	Имеется бассейн 4×5 *м* для надводных и подводных съемок
„	„E“ „	500	36	14	9	То же
„	„I“ „	825	33	25	14	„
„	„K“ „	400	25	16	14	„
„	Площадка на натуре	5 000	—	—	—	Студия имеет 20 киносъемочных аппаратов, 7 стационарных звукозаписывающих аппаратов, 3 тонвагена с оборудованием, 80 микрофонов, 12 операторских кранов и тележек, 620 осветительных приборов. Мощность электростанции—25 000 *а*. Мощность студии—35 картин в год при одновременной съемке 4 картин
„Пари-Синема“	№ 1 в Бийанкуре	500	25	20	12	Студия имеет 6 съемочных аппаратов, 120 полуваттных и 100 дуговых осветительных приборов. Мощность электростанции 10 000 *а* постоянного тока+2 000 *а* переменного
„	№ 2 в Бийанкуре	450	30	15	8	
„	№ 3 в Бийанкуре	180	15	12	6	
„	Площадка на натуре	3 000	—	—	—	
„Парамоунт“	№ 1 в Сен-Морисе	234	18	13	7	Имеется специальный павильон для транспарантной съемки, для перезаписи и озвучания
„	№ 2 в Сен-Морисе	612	36	17	7	
„	№ 3 в Сен-Морисе	544	32	17	9	
„	№ 4 в Сен-Морисе	576	32	18	10	Мощность электростанции до 1 000 *квт* постоянного тока
„	№ 5 в Сен-Морисе	532	28	19	10	
„Патэ-Натан“	№ 1 в Париже	760	40	19	10	
„	№ 2 в Париже	385	35	11	8	Имеется бассейн размером 7,8×6,9 *м*

Фирма	Павильон	Площадь (в $м^2$)	Длина (в $м$)	Ширина (в $м$)	Высота (в $м$)	Техническое оборудование
„Курбевуа“	Павильон № 1	600	30	20	8	
„	„ № 2	240	20	12	—	
„Кремар“	„ № 1	260	26	10	—	
„Пайнвуд“	Павильон № 1	1 670	33,4	50	12	Оборудован для цветных съемок. Мощность электроснабжения—15 000 *а*
„	„ № 2	1 670	33,4	50	12	Имеется отапливаемый бассейн 9×12 *м* глубиной 3 *м*
„	„ № 3	1 670	33,4	50	12	
„	„ № 4	835	33,4	25	12	Мощность электроснабжения павильонов № 2 и № 3—по 12 000 *а* и павильонов № 4 и № 5 по 6 000 *а*
„	„ № 5	835	33,4	25	12	
„	Крытая площадка	1 500	—	—	—	Студия располагает 575 осветительными приборами полуваттными и дуговыми
„	Площадки на натуре	—	—	—	—	Общая площадь для натурных съемок в студии около 120 *га*

§ 85. МОЩНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ СТУДИЙ

Переходя к максимальному амперажу, которым располагает данная студия для производства съемок (что является также одним из показателей ее мощности), всегда нужно рассматривать количество тока относительно 1 $м^2$ снимаемой декорации, а также учитывать вид тока (постоянный или переменный) и ту осветительную аппаратуру, ассортимент которой имеется на киностудии.

В предыдущем разделе мы указывали, что средней нормой насыщенности осветительными приборами снимаемой декорации считается 15—20—30 *а* на 1 $м^2$.

Однако по расчетам различных фирм при применении нитроламп и высокочувствительной пленки можно получить положительные результаты и с меньшим количеством электроэнергии и аппаратуры. Так, К. Вейнерт для освещения среднего ателье с площадью пола в 450 $м^2$ (длина 30 *м*, ширина 15 *м* и высотой 12 *м*) считал достаточным иметь ассортимент осветительной аппаратуры, указанный в табл. 26.

Таблица 26

Набор осветительной аппаратуры для павильона средних размеров [1]

6 ауфгеллеров-семисоток с лампами по 5 000 *вт* и с запасными параболическими зеркалами к ним	30 *квт*
12 ауфгеллеров-пятисоток с лампами по 3 000 *вт* и с 6 запасными параболическими зеркалами к ним	36 *квт*

[1] Эти расчеты относятся примерно к 1929 г. и ориентированы на применение негативного материала чувствительностью от 400—600° Х. и Д. — *Н. А.*

18 ауфгеллеров-трехсоток с лампами в 2 000 *вт* и с 10 запасными параболическими зеркалами к ним	36 *квт*
20 ламп верхнего света по 3 000 *вт* каждая	60 *квт*
5 линз с лампами по 2 000 *вт*	10 *квт*
5 ручных линз с лампами от 200 до 500 *вт*	2,5 *квт*
6 стенок по 36 пятисотваттных ламп в каждой	108 *квт*

Всего 72 осветительные единицы мощностью 282,5 *квт*, что при 120 *в* составит около 2 350 *а* (при 220 *в* ампераж будет 1 285 *а*). Другими словами, максимальный ампераж на 1 *м*² площади павильона будет при напряжении в 120 *в* всего около 5 *а*.

Другая фирма («Юпитер») для освещения большого ателье с площадью пола в 1 200 *м*² (длина 40 *м* ширина 30 *м*) считает достаточным иметь набор осветительной аппаратуры, указанный в табл. 27.

Таблица 27

Комплект осветительной аппаратуры для большого ателье

24 лампы верхнего света с лампами по 500 *вт*	12 *квт*
12 ламп верхнего света с лампами по 1 500 *вт*	18 *квт*
12 стенок, каждая из 6 ламп по 500 *вт*	36 *квт*
9 стенок, каждая из 3 ламп по 500 *вт*	13,5 *квт*
4 установки с лампами по 500 *вт*	2 *квт*
12 ауфгеллеров с лампами по 3 000 *вт*	36 *квт*
6 пятисоток с лампами по 3 000 *вт*	18 *квт*
4 семисотки с лампами по 5 000 *вт*	20 *квт*

Всего 83 осветительных единицы мощностью 155,5 *квт*, что при 120 *в* дает нагрузку в 1300 *а*, а при 220 *в* — всего 710 *а*. Следовательно «Юпитер» дает на 1 *м*² поверхности пола павильона (1200 *м*²) всего немногим больше 1 *а*:

$$\frac{1300}{1200} \backsimeq 1.$$

Расчеты других фирм ближе к нормам Вейнерта и говорят, что на каждый квадратный метр площади ателье мощность осветительного парка должна составлять приблизительно от 4 до 8 *а* при 120 *в* (от 0,5 до 1 *квт*). При освещении же самой снимаемой сцены эти нормы обычно увеличиваются в 1,5—2 раза (т. е. на 1 *м*² сцены нужно давать 8—12 *а* при 120 *в*). О нормах освещения в советских киностудиях было подробно указано в главе «Освещение».

Ясно, что при применении светосильной оптики ($n < 2$) и особо светочувствительного негативного материала ($S > 1000°$ Х. и Д.) здесь можно добиться еще большей экономии.

В настоящее время при пользовании светосильной оптикой и высокочувствительными сортами панхроматической пленки при нитровом свете на европейском и американском производстве на 1 *м*² площади пола павильона средней нормой считается 1 *квт* мощности энергетической базы (что при 120 *в* напряжения дает около 8,3 *а* на 1 *м*², а при 220 *в* — около

4,5 *а* на 1 $м^2$). 75% всей электроэнергии должен составлять постоянный ток.

Примерно такие же величины мы имеем и на советском кинопроизводстве. Так, Киевская студия при съемочной площади в 3500 $м^2$ располагала 26 000 *а*; Одесская студия при площади ателье в 1670 $м^2$ располагала 12 700 *а*; «Мосфильм» для павильонов с площадью в 3640 $м^2$ располагает мощностью в 20 000—24 000 *а*; «Союздетфильм» при площади павильона в 800 $м^2$ располагает до 4 500—5 000 *а* постоянного тока и т. д.

Для примера укажем, что на студии «Мосфильм» имеется следующая осветительная аппаратура (табл. 28).

Таблица 28

Осветительная аппаратура студии „Мосфильм"

Дуговой свет		
Ауфгеллеры и прожектора	900 *мм*	21 шт.
„ „	600 „	32 „
„ „	450 „	125 „
Линзы		10 „
Арки		8 „
Нитросвет		
Ауфгеллеры	600 *мм*	45 „
„	450 „	100 „
„	300 „	30 „
„	150 „	50 „
Агрегаты с 6 горелками		40 „
„ с 3 горелками		15 „
Линз Френеля диаметром	250 *мм*	9 „
Верхний свет		
Крестовин на 20 ламп с нормальным отражателем		20 „
Крестовин на 20 ламп с зеркальным отражателем по 5 *квт*		40 „
Всего осветительных приборов		550

Рассматривая количество тех или иных осветительных приборов на студии, можно видеть, какие из них являются основными.

§ 86. ФУНДУС

К декорациям для киносъемок предъявляются следующие основные требования: 1) максимальная зрительная правдоподобность декорации; 2) ее объемность; 3) фактурность; 4) прочность; 5) аккуратность выполнения и 6) дешевизна.

Строить каждую декорацию целиком из обычных материалов невыгодно, и поэтому ее сейчас «собирают» из фундуса, т. е. из стандартного набора основных частей декорации, заранее заготовленных в достаточном количестве и хранящихся на складах киностудии. Все стандартные части фундуса обычно изготовляются из брусков и фанеры.

Стандартизация основных материалов, которую мы имеем

в фундусной системе, дает огромную экономию, позволяет применять более прочные и дорогие заготовки (ибо они пойдут на съемку не одной картины, а большого количества их); она отнюдь не мешает творчеству режиссера, художника и оператора, а, наоборот, расширяет их возможности, так как из фундуса можно быстро собрать любую декорацию.

Поэтому СНК СССР в постановлении «Об улучшении организации производства кинокартин» и обязал студии «сократить сроки постройки декораций, обеспечив во всех студиях систематическое освоение и использование переносных, разборных (фундусных) декораций».

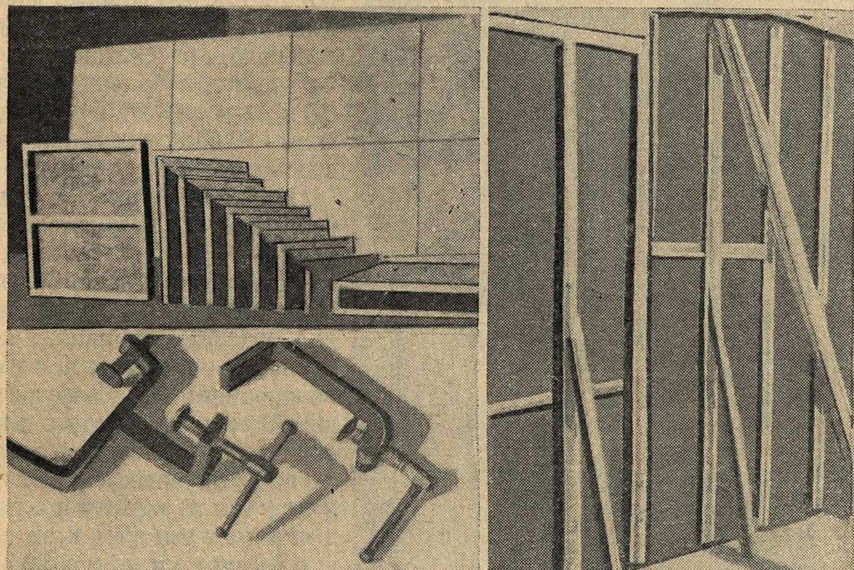
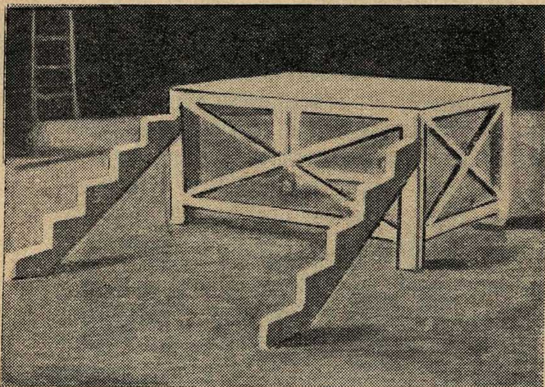


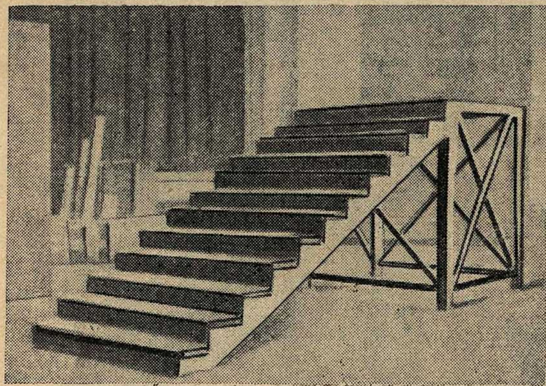
Рис. 107. Отдельные части фундуса системы Козловского. Основные щиты различных размеров; струбцинки для соединения щитов и способ крепления щитов к полу

Основой каждого фундуса являются щиты различных размеров, различных фасонов (плоские, полукруглые и т. п.) и различных фактурных обработок (гладкие, под штукатурку, под дуб, под каменную стену и т. п.). Из этих же щитов строятся и всевозможные площадки и помосты не только для декораций, но и для осветительной аппаратуры, практикабли и т. п. (рис. 107).

В советской фундусной системе заслуженного деятеля искусств С. В. Козловского (см. рис. 107) рамы для щитов делаются из брусьев, имеющих в сечении 5×5 *см*, которые снаружи обшиваются 5-миллиметровой фанерой. После этого щиты покрываются олифой, зашпаклевываются, и, если нужно, фактурятся. При сборке декорации отдельные щиты стягиваются сзади за рамы струбцинками, наружные швы соединения щитов заклеиваются бумагой (если нужно, то предварительно шпаклюются) и окрашиваются в нужный цвет.

Фундусный набор С. В. Козловского содержит запас щитов различной ширины и высоты (ширина щитов изменяется от 100 до 600 *см* через каждые 50 *см*, а высота — от 10 до 100 *см* через каждые 5 *см*. Кроме того изготовляются щиты высотой 150 *см* и шириной от 100 до 600 *см* через каждые 50 *см*).





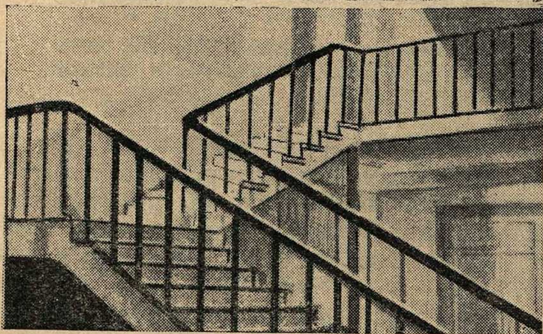


Рис. 108. Сборка лестницы из фундусного набора

Таких щитов указанных здесь размеров изготовляется по 10 штук. Полный набор основных щитов фундуса Козловского, рассчитанного на постройку в большом ателье (20×40 *м* — 800 $м^2$) одновременно 10 больших декораций, состоит из 2190 щитов.

Кроме этого основного набора щитов требуются наборы: подсобных щитов (карнизы, панели, накладки и т. п.), служащих для отделки декораций; полукруглых щитов внутреннего и наружного диаметров; фактурных щитов; щитов-настилов; фундусных брусьев; лестниц, ступеней и подступеней, маршей, перил, дверей, окон, арок, колонн и частей к ним, паркета и т. п. (рис. 108).

Только при наличии всего этого материала в фундусе той или иной киностудии можно говорить о ее производственных возможностях.

Для примера укажем, что вклад фундуса французской студии «Патэ-Натан» в Жуансиле имеет свыше 400 дверей различных стилей и размеров, 150 оконных рам, 100 лестниц, 4 000 $м^2$ стандартных щитов, 500 $м^2$ паркета, 6 полных комплектов стандартных декораций («палата депутатов», « суд», «театральный зал») и т. д.

Фундусный набор каждой киностудии с течением времени обогащается

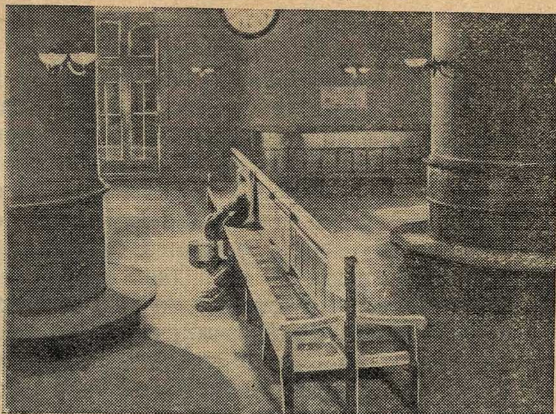
все новыми и новыми деталями, которые приходится достраивать специально для той или иной декорации.

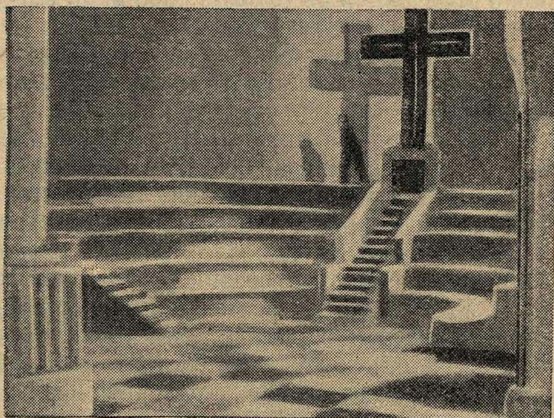
Несмотря на некоторую кажущуюся громоздкость фундусного набора (около десятка тысяч отдельных составных частей) он является надежным средством для быстрой, дешевой и хорошей постройки любой декорации для съемок кинокартины в ателье студии (рис. 109).

Собранная из фундуса декорация заклеивается бумагой (если надо, то и полотном, на которое наносится соответствующая фактура, например, опилки с клеем, дающие поверхность штукатурки) и окрашивается в нужные тона с учетом сорта пленки, на которой будет вестись съемка.

Окраска декорации всегда должна производиться с учетом схемы освещения выстроенной декорации, так как они должны взаимно дополнять друг друга.

Декорации в американском и французском кинопроизводстве строятся из легких материалов целиком. Остов строится из тонких деревянных брусков. Он затягивается полотняной материей, на которую, если нужно, наклеиваются обои или наносится краска. Такие легкие стенки укрепляются с помощью системы лесов, расположенных сзади декорации. Осветительная аппаратура располагается не на деко-





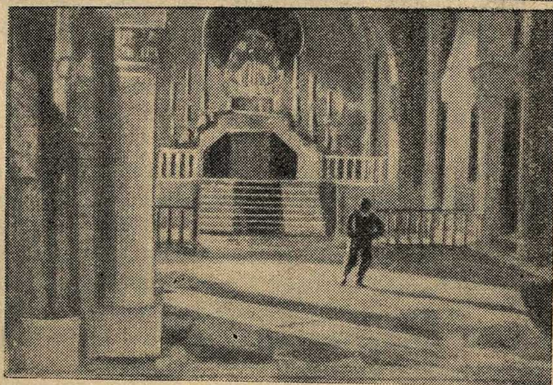


Рис. 109. Образцы декораций, собранных из фундуса

рации, а на специальных подвесных площадках или на механизированных практикаблях.

При постройке больших и сложных декораций заранее очень точно намечаются все будущие точки съемки, и только те части декорации выполняются объемно и фактурно, на фоне которых будут сниматься крупные и средние планы; остальные части выполняются с меньшей тщательностью отделки и иногда просто рисуются на холсте. Например, при постройке улицы часто только ее нижнюю часть, высотой в 4 *м*, где происходит самое действие, выполняют объемно, а остальные этажи домов и фон рисуются на заднике или просто на задней стене павильона.

После постройки декорации и ее окраски в павильон вступают другие подсобные цеха (бутафорский, реквизиторский и др.), которые обставляют и отделывают декорацию до полной готовности ее к съемке.

Заканчивая наше знакомство с условиями работы на киностудии, которые резко отличаются от условий работы на натуре, мы отмечаем ниже их основные положительные стороны:

1. Возможность производить киносъемки в любое время года и суток и возможность создания твердого календарного плана и графика съемок фильма.

2. Постоянство технических условий съемки, окраска декораций, осветительная аппаратура, создание нужных акустических условий и т. п.

3. Возможность получения любых световых и звуковых эффектов и быстрая проверка полученных результатов на экране.

4. Возможность наиболее полной технической подготовки к съемкам и предварительной проверки результатов задолго до их начала.

5. Удобство и относительная простота работы при наличии достаточного количества квалифицированных помощников из других цехов студии.

Этим и объясняется то обстоятельство, что обычно бо̀льшая половина всего показываемого на экране материала является результатом съемок в павильонах киностудий.

ОСНОВЫ ТЕХНИКИ КИНОСЪЕМКИ

§ 87. ЧТО И КАК НУЖНО СНИМАТЬ

Приступая к съемке каждого кадра, кинематографист заранее должен точно представлять себе, как он будет выглядеть на экране. Как и у всякого художника, у него возникает воображаемый образ того, что он собирается осуществить.

Создавая кадр, нужно учитывать: время и место действия (декорации, костюмы, фон действия и всевозможные световые эффекты), действующих лиц (их количество, масштаб изображения в кадрике, их зрительные образы и т. п.), характер их взаимоотношений, их игру среди окружающих предметов, ритм и темп движений и т. п.

Исходя из общей установки (идеи) всего фильма и его данного кадра, режиссер и оператор выбирают тот или иной технический прием съемки и общую композицию. Кадр должен быть построен просто, четко и понятно, чтобы зритель сразу видел и понял — что и для чего ему показывают. В кадре не должно быть ничего лишнего. То, на что зритель должен обратить в фильме особое внимание, должно быть достаточно выявлено.

Это выявление главного может быть достигнуто не только укрупнением масштаба съемки (плана), но и соответствующим расположением окружающих предметов, светом, нерезкостью всего второстепенного и т. п.

От умелого выбора точки зрения аппарата, характера освещения, применения той или иной оптики и сорта негативного материала изменяется и выразительность на экране снимаемых объектов.

Не менее важную роль играет и направление движения актеров и различных предметов в плоскости кадра, так же, как и самый характер этого движения.

Все изобразительные средства (точка зрения аппарата, характер оптики, световая схема, композиция кадра, пленка и т. п.) должны быть подчинены смысловому и эмоциональному значению данного кадра.

Только смысловое значение кадра (сценарного) может дать тот ключ к правильному разрешению всех вопросов художественно-технического порядка, которые встают перед режиссером и оператором перед съемкой каждого куска будущего фильма.

При правильной организации съемочных работ все технические данные для каждой съемки должны быть тщательно проработаны заранее, еще во время подготовительного периода.

Предварительная зарисовка каждого или хотя бы основных кадров будущего фильма, развертка их в план с обозначением мизансцен, предварительный технический расчет съемки — все это должно входить в режиссерско-монтажный сценарий, без утверждения которого по постановлению СНК СССР ни один фильм не может быть пущен в производство.

§ 88. РЕЖИССЕРСКО-МОНТАЖНЫЙ СЦЕНАРИЙ И ЕГО ОБОЗНАЧЕНИЯ

Режиссерско-монтажный сценарий, который по существу является полным техническим и художественным проектом всей будущей кинопостановки, имеет примерно следующую форму (см. стр. 193).

Приводим некоторые пояснения к тем техническим обозначениям, которые имеются в режиссерско-монтажном сценарии.

В графе план обозначается желаемый масштаб изображения снимаемых объектов на кадрике, причем в кино принято следующее условное обозначение:

1. Общий план (Общ.), когда производится съемка удаленных предметов в мелком масштабе. Обычно на общем плане выявляют место действия, время его, само действие, если оно сопровождается преодолением больших пространств, или в котором участвует большое количество актеров. На общем плане главную роль играют фон и обстановка происходящего действия.

2. Средний план (Ср.) дает более крупное изображение артиста, но не во весь рост, а примерно 3/4—1/2 его роста. Этот размер наиболее удобен для работы актера. При съемке средним планом в кадре (по ширине) помещается 3—4 человека, что облегчает игру группе лиц. На среднем плане фон играет второстепенную роль, так как здесь все внимание зрителей фиксируется на людях.

3. Крупный план (Кр.) показывает на экране какую-нибудь часть человека или предмета в крупном масштабе; он бывает необходим тогда, когда требуется достаточно близко придвинуть лицо актера к зрителю с тем, чтобы тот наиболее сильно воспринял его игру.

При определении масштаба съемки того или иного сценарного кадра нужно помнить, что чем в более крупном масштабе мы снимаем, тем большую значимость этому объекту придаем на экране. План каждого кадра нужно увязывать с масштабом предыдущих и последующих кусков. По возможности нужно создавать плавные переходы с плана на план. Уточнение размеров выбранного плана в каждом случае проводится путем предварительной зарисовки мизанкадра, приложенной к сценарию.

В следующую графу сценария заносится действие, происходящее в данном кадре. Здесь должно быть по возможности наиболее точно отвечено на следующие основные пять вопросов: где, когда, кто, что и как делает.

Соседняя графа — звук — по существу является продолжением предыдущей. Для удобства она разбивается на три самостоятельные рубрики:

№ кадра п/п.	Название эпизода или сцены	Место съемки (натура или павильон)	План	Содержание действия в немом кадре	Звук: Разговорная речь	Звук: Шумы и звуки	Звук: Музыка	Вид съемки: синхронная, озвучание, „черная“	Метраж (в м)	Технические условия съемки	Примечания
218	У сторожки	Павильон	Общ.	Глухой лес ночью. Непогода. К чуть заметной среди деревьев сторожке из леса, пошатываясь, медленно выходит раненый Иван. Подошел. Стучит в запертую дверь. Кричит:	„Пусти!.. Мочи больше нет...“	Шум ветра и дождя. Шорох сухих листьев и треск сухих ветвей		Тон	17		
				Никакого ответа. Пауза. Постучал еще раз. Уже тихо, просяще сказал:	„Пусти...“	Сильный порыв ветра					
				Встал и, спотыкаясь, побрел в чащу леса. Скрылся. Среди звуков непогоды и начавшейся мелодии музыки грянул выстрел.		Выстрел	Вступает музыка (отрывок 34)				
219			Ср.	Наплывом. Тело убитого Ивана, нелепо раскинувшееся на земле. Конец кадра в зтм.			Музыка постепенно затихает	Тон	8		

в одну из них заносится текст диалогов, во вторую — шумы и иллюстративные звуки и в третью — музыка. В соседней графе указывается, как будет проводиться данная звуковая съемка.

§ 89. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗВУКОВЫХ СЪЕМОК

Так как в плане чисто техническом звуковой фильм есть немое изображение плюс звук (которые снимаются на разных пленках), то имеются следующие три основных вида звуковых съемок: 1) синхронная; 2) последующее озвучание (тонировка) и 3) черная съемка, или съемка под фонограмму.

Синхронная съемка состоит в том, что немой образ и фонограмма звука данной сцены снимаются одновременно на двух синхронно работающих аппаратах: на бесшумном киносъемочном и на звукозаписывающем.

Перед снимаемой сценой помещается беззвучная кинокамера, снимающая немое изображение, и микрофон, провода от которого идут к усилителю и к звукозаписывающему аппарату, расположенному в другом помещении, но работающему синхронно со съемочной камерой. Микрофон (один или несколько) устанавливается так, чтобы все нужные для записи звуки падали на него с достаточной силой. Если по ходу съемки звучащий объект (например, поющий артист) должен передвигаться, то микрофон подвешивается на легком «журавле», который позволяет бесшумно перемещать его следом за актером, или вешается несколько микрофонов.

Синхронная съемка дает максимальное совпадение происходящего на экране действия со звуком, но она сложна и дорога, почему обычно синхронных съемок в картине бывает не больше 20—25%, хотя зритель думает, что весь фильм снимался синхронно.

Синхронная съемка в основном нужна при съемке крупных и средних планов актеров, говорящих продолжительные фразы лицом к публике (анфас), когда хорошо видна артикуляция говорящего рта.

Иногда для ускорения процесса синхронной съемки и для того, чтобы добиться максимального совпадения отдельных монтажных планов (крупных, общих, средних), применялась одновременная съемка одной и той же сцены несколькими немыми съемочными аппаратами и одним синхронно с ними работающим звукозаписывающим аппаратом.

Последующее озвучание или тонировка состоит в том, что снимается обыкновенный немой фильм, монтируется и уже в готовом виде демонстрируется на экран, перед которым возле микрофона помещаются артисты и музыканты; глядя на экран, в нужных местах они подают реплики, поют, имитируют нужные звуки и т. п. так, чтобы они совпадали с показываемым на экране действием. Проектор, показывающий озвучаемый фильм, работает синхронно со звукозаписывающим аппаратом.

Последующее озвучание получило большое распространение благодаря

своей сравнительной простоте, дешевизне и экономии времени и пленки, так как здесь звук «подписывается» уже к отобранному и смонтированному материалу немых съемок. Кроме того тонировка позволяет широко применять замену немых актеров их дублерами, обладающими лучшими вокальными данными. Последующее озвучание позволяет переводить на иностранные языки звуковые фильмы, т. е. осуществлять так называемый дубляж.

Последний вид звуковой съемки — это черная съемка[1], названная так потому, что экран при ней остается темным, неосвещенным, ибо на нем еще нет изображений немого образа. Она состоит в том, что к заранее записанному звуку доснимаются немые изображения. При этом звуковоспроизводящий аппарат и съемочная камера (обычная, незаглушенная) также должны работать синхронно. Черная съемка обычно применяется вместо синхронной при выездах на натуру, когда снимаемое действие должно точно совпадать с музыкой на большом количестве кадров.

§ 90. МЕТРАЖ КУСКА

В следующей графе указывается ориентировочный метраж каждого куска. Длина каждого монтажного куска должна быть такой, чтобы за время его показа на экране зритель обязательно успел увидеть все то, что режиссер хочет ему в данном куске показать, но чтобы у него после этого не оставалось лишнего времени на рассматривание ненужных деталей.

Поэтому разрешение вопроса об ориентировочном метраже вытекает из сложности композиции кадра, из его масштаба и из длительности происходящего действия, которая в свою очередь вытекает из содержания сцены, темпа игры актеров, продолжительности диалогов и тех реальных пространств, которые им приходится преодолевать. Чем проще по своему построению показываемый кадр, чем крупнее сняты в нем предметы и чем меньше их в кадре, тем длина куска фильма с ними может быть меньше. И наоборот: общие планы, как правило, нужно снимать на большее количество метров пленки.

Длина куска устанавливается путем хронометража репетиций или «воображаемого действия». При использовании различных технических приемов (наплывов, затемнений, диафрагм, панорам и т. п.) всегда соответствующим образом увеличивается и метраж снимаемого кадра.

В режиссерско-монтажном сценарии нужно по возможности наиболее точно определить ориентировочный метраж каждого кадра, так как он явится в дальнейшем основой ритма монтажа всей картины.

---

[1] Иногда ее называют съемкой под фонограмму.

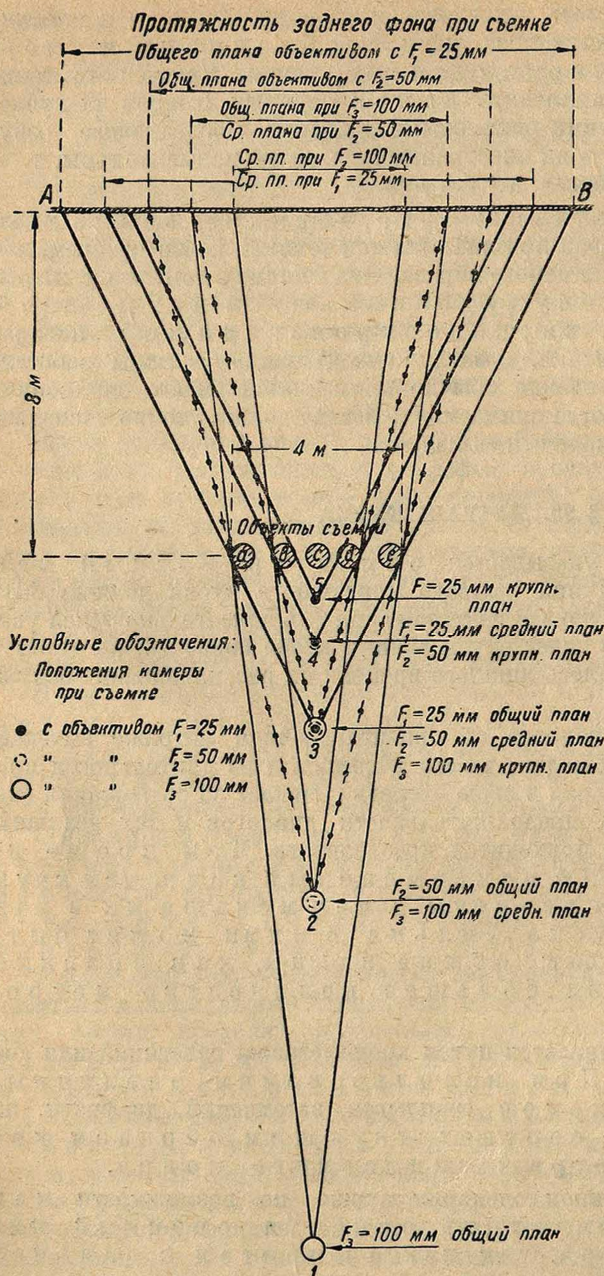


Рис. 110. Расположение съемочной камеры при съемке одних и тех же крупных, средних и общих планов объективами различных F

§ 91. ОПЕРАТОРСКИЙ СЦЕНАРИЙ

Следующая графа режиссерско-монтажного сценария — технические условия съемки — является по существу полной технической операторской разработкой сценария.

Сюда оператор по согласованию с режиссером должен внести указание о фокусном расстоянии и о марке того объектива, которым он будет проводить данную съемку, а если нужно — рабочую диафрагму и наводку объектива, обеспечивающую получение того или иного эффекта; здесь же указывается сорт пленки и те технические приемы съемки, которые будут применены, а также указания о точке зрения аппарата,

На рис. 110 показано, что при съемке одних и тех же основных объектов съемки *abcde* в том или ином масштабе объективами различных F мы будем иметь как различную протяженность декорации зад-

него фона, так и различное удаление камеры от него, т. е. различные производственные условия.

При переходе с плана на план в пределах одной сцены рекомендуется получить их, не переставляя камеры и осветительной аппаратуры, а применяя объектив с соответствующим F. На рис. 110 показано, как с пяти точек разными объективами ($F_1=25$ *мм*, $F_2=50$ *мм* и $F_3=100$ *мм*) можно снять девять планов, одинаковых по масштабу изображения снимаемых объектов *abcde* (но различных по передаче перспективных соотношений): по три крупных плана, по три средних и по три общих. Расчет удаления камеры L, протяженности снимаемого фронта и прочих технических условий съемки производится по ранее приведенным формулам.

При выборе кадра играет крайне серьезную роль и точка зрения аппарата, т. е. тот ракурс, который придаем объектам съемки. Если будем снимать неподвижно сидящего человека с трех разных точек— нормально, сверху и снизу, то на снимках будем иметь: в первом случае нормальное выражение лица, во втором — сосредоточенно-угрюмое и слегка подавленное, а в третьем — гордое или мечтательное. Каждый предмет нужно снимать так, чтобы он на экране получал наибольшую выразительность. Поэтому, если режиссер или оператор считают, что для наибольшей убедительности или художественной силы задуманной сцены ее необходимо снимать в тех или иных ракурсах, то это указывается в сценарии.

Сейчас на кинопроизводстве графа режиссерско-монтажного сценария «технические условия съемки» обычно заменяется рядом таблиц операторских разработок. В них имеется: описание содержания кадра; зарисовка его композиционной схемы; развертывание ее в план с указанием на ней световой схемы светового баланса, т. е. выписки необходимой осветительной аппаратуры с указанием потребного ампеража и технические условия, в которых указываются данные аппарата, объектива, пленки и т. п. Подобные таблицы составляются на каждый общий план. Для съемки крупных планов в пределах той же декорации отдельных таблиц не заводят. Образец подобной таблицы приведен на рис. 111.

Среди различных технических приемов съемки, кроме чисто трюковых, чаще всего встречаются: «панорамирование», «наплывы», «из затемнения» или «в затемнение», «в диафрагму» или «из диафрагмы», съемка через различные светофильтры и т. п.

§ 92. ПАНОРАМИРОВАНИЕ

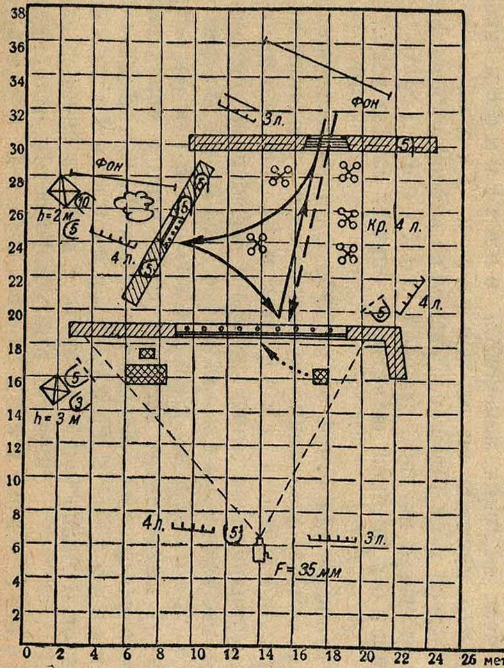
Панорамой называется поворот во время съемки оптической оси объектива в вертикальной или в горизонтальной плоскости. Сообразно с этим будем иметь либо вертикальную панораму либо горизонтальную. С освобожденной головкой штатива можно панорамировать по наклонным линиям или по кривым.

Панорамирование необходимо для того, чтобы «следить» камерой за каким-нибудь движущимся объектом

№ 100

СОДЕРЖАНИЕ КАДРА

Свидание матери с Павлом в тюрьме.
Общий план.



Световая схема

КОМПОЗИЦИОННАЯ СХЕМА

СВЕТ	ДУГОВОЙ	НИТРО
Верхний		*5 крестовин*
1000 *мм*	*1*	
700 *мм*		
500 *мм*	*8*	
330 *мм*	*2*	
250 *мм*		
Линза		
Арка		
Агрегат		*5*
Спец-приборы		
Эффекты		

Ампераж

Технические условия

Аппарат *КС-2*

Пленка *„СЧС-4“ эм. №*

Об'ектив *„КУК“ F 35 мм* диаф. *1:1,8*

Лабораторная обработка

Примечание.

На мизансцене стрелками обозначены движения:

——▶ *конвоира*

— —▶ *Павла*

------▶ *матери*

Начало кадра снимать из 3тм

Оператор

Рис. 111. Образец листа-таблицы из операторского дневника

съемки, чтобы показать большие пространства в крупном масштабе или ряд непосредственно связанных между собой деталей одного и того же целого, чаще всего используя такую последовательность для неожиданного заключения.

При вычислении скорости панорамирования нужно учитывать угол, составленный между направлением главной оптической оси объектива до начала панорамирования и после него, а также величину полезного угла зрения объектива в той плоскости, в которой производится панорамирование. От этого будет зависеть метраж съемки и величина «смазки» изображения на кадрике пленки.

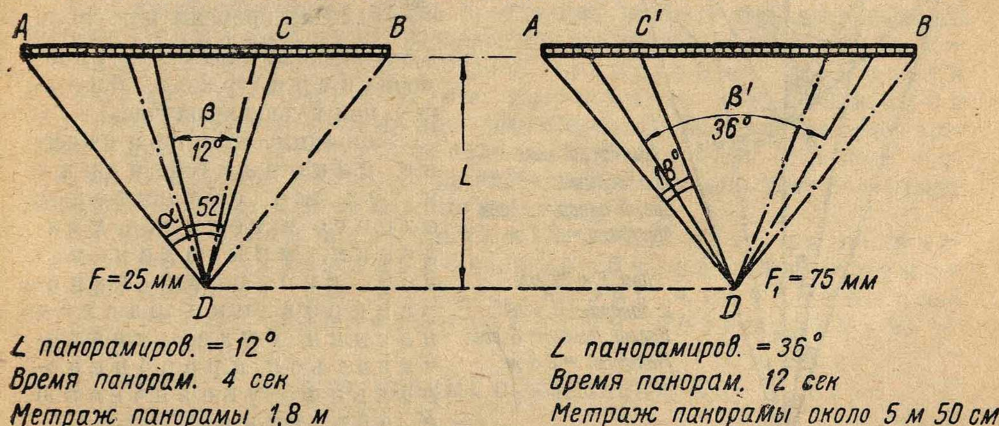


Рис. 112. Различные случаи панорамирования одних и тех же снимаемых объектов объективами разных F. Панорамирование с одного и того же удаления L

При панорамировании ручкой можно перемещать оптическую ось объектива примерно с равномерной угловой скоростью 3° в 1 сек. Эта величина должна служить основой при расчете потребного метража для съемки той или иной панорамы.

Например, во время съемки надо переместить ось объектива на угол в 90°.

Деля 90 на 3, получаем длительность панорамы в секундах: $\frac{90}{3}=30$ сек.

Но в 1 сек. при съемке звукового фильма с нормальной скоростью 24 кадра в секунду в аппарате проходит 46 *см* (0,46 *м*) пленки. Следовательно, за полное время панорамы (30 сек.) пройдет $0{,}46 \cdot 30 = 13{,}8$ *м* пленки. Поэтому минимальный метраж для такой панорамы должен быть предусмотрен в 14—15 *м*.

Отметим здесь и влияние на количество расходуемой на панораму пленки F того объектива, которым ведется съемка.

На рис. 112 показаны два случая панорамной съемки одного и того же ряда объектов камерой, удаленной от них на одно и то же расстояние L, но объективами с разными F. Мы видим, что при съемке объективом с $F=25$ *мм* и с полезным углом зрения $\alpha=52°$ (т. е. при съемке в менее крупном масштабе), для того чтобы панорамой снять весь объект

$A-B$, необходимо перевести главную оптическую ось объектива слева направо на угол $CDB = \beta = 12°$. Следовательно, вся наша панорама займет $\frac{12}{3} = 4$ сек. съемочного времени, или, переводя на метраж израсходованной за это время пленки, имеем длину панорамы в данном случае $4 \cdot 0{,}46 = 1{,}84$ *м*.

При съемке тех же объектов $A-B$ с того же удаления L, но объективом с $F_1 = 75$ *мм*, у которого полезный угол зрения $\alpha = 18°$, за время панорамирования придется перевести главную оптическую ось объектива слева направо уже на угол $C^1DB = \beta^1 = 36°$; это даст продолжительность панорамы в данном случае $\frac{36}{3} = 12$ сек. времени или около 5,5 *м* расхода пленки, т. е. примерно в три раза больше, чем в первом случае.

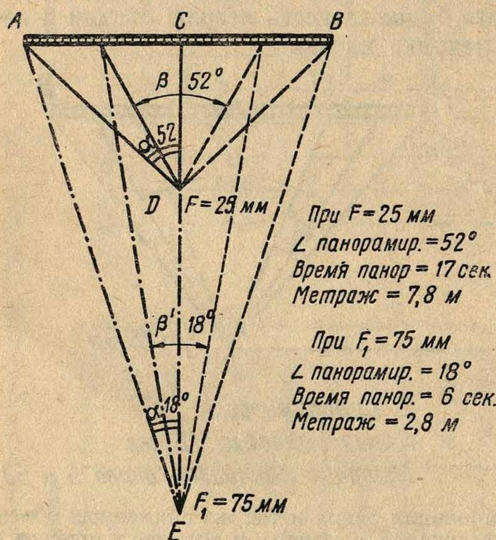


Рис. 113. Панорамирование при съемке в одном и том же масштабе объективами различных F

Запомним, что при съемке панорамой одних и тех же объектов с одного и того же удаления, при одинаковой скорости панорамирования расход пленки будет увеличиваться пропорционально увеличению F объектива.

Следует разобрать и еще один типовой случай, когда снимаем панорамой один и тот же ряд объектов в одном и том же масштабе, но объективами с различными F (т. е. с различных L камеры).

Этот случай изображен на рис. 113. При съемке короткофокусным объективом с $F = 25$ *мм* (у которого полезный угол зрения $\alpha = 52°$) мы должны будем расположить камеру в точке D, на удалении CD от AB. Во время съемки придется, вращая ручку панорамной головки штатива, передвинуть главную оптическую ось камеры в горизонтальной плоскости на угол панорамирования β, равный в данном случае 52°.

Время панорамирования будет $\frac{52}{3} = 17$ сек., что вызовет расход пленки в 7,8 *м*.

Если будем вести съемку тех же объектов в том же самом масштабе, но объективом с $F_1 = 75$ *мм*, то мы должны будем установить съемочную камеру дальше, в точке E, на удалении CE от объектов съемки AB. Полезный угол зрения $CEB = \alpha^1$ нашего объектива с $F_1 = 75$ *мм* будет примерно равен 18° и должен захватывать по заданию участок $AC = \frac{AB}{2}$. Поэтому во время панорамирования мы должны будем перевести главную оптическую

ось объектива слева направо на угол $\beta^1 = 18°$ (так как $\alpha^1 = \beta^1$). Следовательно, время панорамирования в этом случае будет 6 сек., так как $\frac{18}{3} = 6$), и расход пленки выразится в 2,76 *м*, или, по сравнению с первым случаем, почти в три раза меньше.

Отсюда можно сделать вывод, имеющий большое практическое значение: при съемке одних и тех же объектов в одинаковом масштабе, при одной и той же скорости панорамирования расход пленки будет тем меньше, чем больше будет фокусное расстояние *F* нашего объектива.

При панорамировании всегда необходимо иметь в виду возможность получить «смазанное» изображение на снимке, величина нерезкости которого будет зависеть от скорости панорамирования и от масштаба изображения (т. е. от *F* объектива, которым проводится съемка). Если она не будет превышать примерно $^1/_5$—$^1/_2$ *мм*, то хотя на кадрике и будет нерезкий снимок, на экране этой нерезкости не заметим, так как наш глаз схватывает движение в целом, а не во всех его деталях.

Наименьшая величина «смазки» снимка на кадрике при панорамировании будет при съемке короткофокусными объективами и наибольшая— при съемке длиннофокусными объективами.

§ 93. СЪЕМКА С ДВИЖЕНИЯ

Последнее время часто применяется и съемка с движения. Сущность ее заключается в том, что во время съемки работающая съемочная камера перемещается в пространство, либо приближаясь к снимаемым объектам (наезды), либо удаляясь от них (отъезды), либо следуя за ними во время их передвижения (с движения).

Технически съемка с движения осуществляется либо с помощью специальных операторских тележек, на которые устанавливается и закрепляется съемочный аппарат и которые вручную передвигаются по специальным деревянным рельсам, либо с помощью более сложных ротамбуляторов, электрифицированных движущихся штативов и сложных операторских кранов.

Съемка с движения создает в фильме динамичность и как бы вводит зрителя в происходящее на экране действие. Она позволяет как бы монтировать снимаемую сцену в процессе съемки одного непрерывного куска, меняя планы, точки зрения аппарата и т. п., облегчая тем самым игру актеров.

В технической разработке сценария должна быть точно зарисована схема передвижения съемочной камеры (крана) на съемочной площадке. При ее составлении учитывается: полезный угол зрения объектива, размеры и конструкция декорации, рас-

положение осветительных приборов и объектов съемки, желаемые границы кадра во время промежуточных или конечных остановок камеры.

При съемках наездом или отъездом делается предварительная разметка удалений от начального положения камеры до всех основных снимаемых объектов. Глядя на нее во время передвижения тележки со съемочным аппаратом, оператор переводит рычаг наводки объектива на фокус на соответствующее деление шкалы.

§ 94. НАПЛЫВЫ, ЗАТЕМНЕНИЯ, ДИАФРАГМЫ

Наплывом называется такая съемка, когда одна сцена как бы переходит в другую, причем изображение первой сцены постепенно исчезает, а одновременно с этим изображение второй постепенно вырисовывается все ясней и ясней. Наплыв делается оператором во время съемки, и поэтому о нем должно быть сделано указание в режиссерском сценарии.

Логически наплыв будет оправдан тогда, когда он применяется или для связи целого и его деталей, или для выявления отдельных восприятий, следующих друг за другом, либо для воспоминаний, для показа «будущего времени» и т. п.

«Из затемнения» или «в затемнение» называется такая съемка, когда на экране мы видим темноту, из которой постепенно появляется изображение или же его конец постепенно переходит в темноту. При съемках затемнения применяются для того, чтобы дать временный промежуток между двумя кадрами («в зтм» и «из зтм») или как бы поставить на кинематографическом языке знак многоточия. Техническая сущность «затемнений» и «наплывов» заключается в следующем.

Во время нормальной съемки освещенность всех отдельных кадриков одного монтажного куска должна быть одинаковой, так как только в этом случае их негативы (и позитивы) получатся одинаковой оптической плотности.

Напомним, что оптическая плотность D есть функция экспозиции $Э$, т. е.

$$D = f(Э) \quad \text{и что} \quad Э = Et.$$

Ниже рассматриваются случаи съемки, во время которых время освещения (выдержка) t остается постоянным при съемке всех кадриков данной сцены. Но во время съемки происходит изменение освещенности E отдельных кадриков вследствие постепенного закрывания внутренней диафрагмы объектива.

Предположим, что нормальная часть съемки происходит при относительном отверстии 1 : 3,2. Затем, путем равномерного передвигания рычага диафрагмы постепенно уменьшают отверстие диафрагмы, положим, в такой последовательности: 1:3,2; 1:4,5; 1:6,3; 1:9; 1:12,5; 1:18; 1:25; 1:36; 1:50.

Если во время съемки при начальной диафрагме 1:3,2 была нормальная освещенность E кадрика, то при изменении диафрагмы в указанной последовательности будут следующие изменения освещенности E соответствующих кадриков (рис.114):

$$\frac{1}{2};\ \frac{1}{4};\ \frac{1}{8};\ \frac{1}{16};\ \frac{1}{32};\ \frac{1}{64};\ \frac{1}{128};\ \frac{1}{256}.$$

Это падение освещенности E при постоянстве времени освещения (выдержки) t вызовет подобное же падение экспозиций для ряда тех кадриков пленки, во время съемки которых совершалось закрывание внутренней диафрагмы объектива. В результате на негативе мы увидим, что кадрики, снятые при диафрагме 1 : 3,2, будут нормальной оптической плотности; кадрики, снятые при диафрагме 1:4,5 будут несколько недоэкспонированы; снятые при диафрагме 1:6,3—еще более недодержанными и т. д.

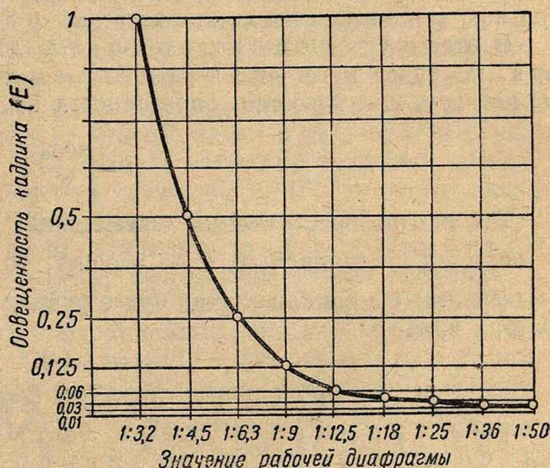


Рис. 114. Кривая падения освещенности (E) пленки при равномерном закрывании диафрагмы объектива

При печати позитива получится ряд кадриков, оптическая плотность которых станет быстро возрастать (так как она будет возрастать на позитиве пропорционально падению плотности негатива). При проекции это даст на экране эффект постепенного ухода изображения в темноту, почему этот метод и называется съемкой «в затемнение».

Наоборот, если начать съемку какой-то сцены, предварительно закрыв внутреннюю диафрагму объектива до конца, а затем, не прекращая вращения ручки камеры, начать постепенно раскрывать ее, то получится съемка «из затемнения». В этом случае на экране сначала будет темно, а затем из темноты постепенно станет появляться изображение.

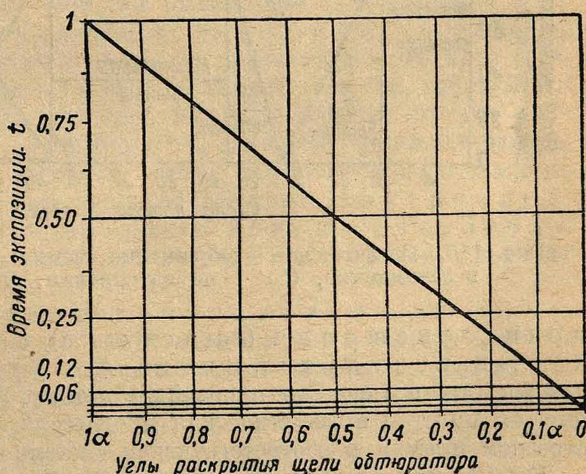


Рис. 115. График изменения времени экспозиции t при равномерном закрывании щели обтюратора

Из графика на рис. 114 видно, что при равномерном закрывании или открывании внутренней диафрагмы объектива нельзя получить равномерного затемнения. Кроме того, при «затемнениях», снятых с помощью внутренней диафрагмы объектива, всегда получаются

непривычные для глаза зрителя увеличения глубины резкости и четкости снимка при увеличении его затемненности. В настоящее время «затемнения» (и производный от них «наплыв») обычно получают с помощью изменения во время съемки угла раскрытия щели (α) обтюратора (рис. 115).

В этом случае освещенность E кадриков останется постоянной, но будет изменяться время освещения (выдержки) t, которое, как известно, определяется по формуле обтюратора:

$$t = \frac{360\alpha}{V}$$

Так как во время съемки «затемнений» и «наплывов» скорость съемки V остается постоянной, т. е. $\frac{360}{V} = \mathrm{const}$, то следует, что время освещения (выдержки) t в данном случае будет функцией угла раскрытия щели обтюратора α, т. е.

$$t = f(\alpha).$$

Поэтому, если во время съемки начать равномерно закрывать щель обтюратора, то получится совершенно равномерное уменьшение вре-

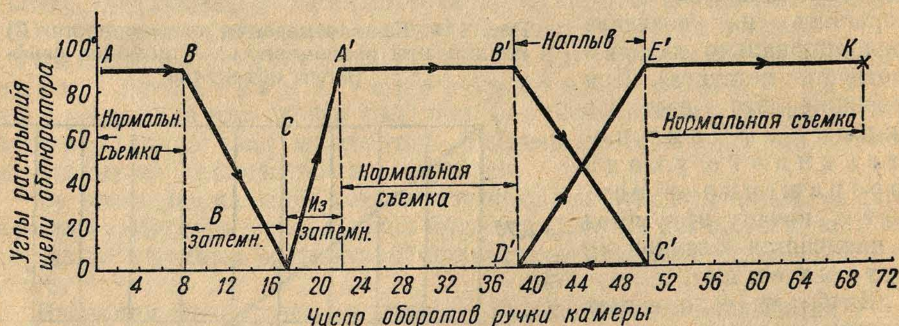


Рис. 116. Графическое изображение съемки: AB — нормальной, BC — в затемнение, CA' — из затемнения, $B'\ C'\ D'\ E'$ — наплыв

мени освещения (выдержки) t отдельных кадриков, в результате чего получится равномерное «затемнение». Это произойдет потому, что в данном случае будет иметься простая арифметическая прогрессия, изображенная на рис. 115 отрезком прямой в соответствующей системе прямоугольных координат.

Комбинация из съемок: «в зтм» и «из зтм», проведенных на один и тот же участок пленки, дает «наплыв».

Перед съемками необходимо заранее начертить схему будущего «затемнения» или «наплыва». Принятые на кинопроизводстве образцы таких схем показаны на рис. 116. На графике по вертикальной оси в произвольно выбранном масштабе наносятся деления, обозначающие угол раскрытия щели обтюратора α в градусах; по горизонтальной оси наносится масштаб числа оборотов ручки камеры во время съемки.

Допустим, что предполагают снимать сцену со щелью обтюратора $\alpha = 90°$. Участок AB говорит за то, что при съемке 1—8 оборотов ручки щель обтюратора неизменно остается равной 90° (нормальная съемка). Начиная с конца восьмого оборота ручки (в точке B), она равномерно станет закрываться (участок BC) до тех пор, пока на 17 обороте от начала съемки (от точки A) она не закроется совсем (в точке C щель обтюратора $\alpha = 0°$). Дальше начинают съемку новой сцены «из затемнения», длиной в 5 оборотов (участок CA^1) и ведут ее затем еще 16 оборотов ручки (до точки B^1), после чего убирают ее конец (длиной в 12 оборотов ручки) «в затемнение» (участок B^1C^1). После этого при закрытом обтюраторе отматывают назад 12 оборотов (участок C^1D^1) и продолжают съемку, равномерно открывая обтюратор до прежней величины (участок D^1E^1). Полное раскрытие щели обтюратора должно прийтись на тот же участок пленки, на котором в конце предыдущей съемки закончилось его закрывание (точки E^1 и C^1 должны лежать на одной вертикали). Затем съемка последней сцены продолжается нормальным порядком (участок E^1K).

Из этого графика видно, что при «наплыве» сумма экспозиций (первой экспозиции при закрывавшемся обтюраторе и соответствующей ей второй экспозиции при съемке с постепенно открывавшейся щелью обтюратора) для каждого кадрика должна быть величиной постоянной и равной экспозиции во время нормальной съемки.

Длина затемнений и наплывов должна вытекать из ритма монтажа снимаемых сцен и из характера показываемого действия.

Не следует путать с затемнением так называемые «диафрагмы».

Съемка «в диафрагму» или «из диафрагмы» обозначает, что в конце данной сцены, начиная с краев, появится темный круг (или шторка), который будет все больше и больше закрываться так, что покроет все изображение. Очень часто молодые кинематографисты путают действие этих наружных диафрагм, которые устанавливаются перед объективом камеры и служат только для постепенного каширования (закрывания) краев кадра, с действием внутренней диафрагмы объектива, которая изменяет только светосилу и вызывает при своем закрывании постепенное общее потемнение всего кадрика.

Наружные диафрагмы применяются для того, чтобы обратить особое внимание зрителя на те или иные части кадрика (как правило диафрагма должна закрываться или открываться на том объекте, на котором надо сосредоточить внимание зрителя).

§ 95. СВЕТОФИЛЬТРЫ

Светофильтром называется прозрачная среда, обладающая определенным избирательным поглощением. Светофильтры, применяемые для киносъемок, обычно делаются или в виде стеклянных пластинок, политых окрашенным желатиновым слоем и покрытых сверху защитным стеклом, или изготовленных из стекла, окрашенного в массе (стеклянные светофильтры),

или в виде тонких желатиновых пленок того или иного цвета (фолии). По своему назначению светофильтры делятся на следующие пять применяемых в кинематографии групп:

1) Компенсационные фильтры, которые поглощают лучи сине-фиолетовой части спектра (например, желтые светофильтры разных оттенков) и тем самым выравнивают цветопередачу на фотографическом слое, приближая ее к визуальному восприятию.

2) Селективные фильтры, которые пропускают только какую-нибудь одну область лучей спектра и полностью поглощают остальные (например: фильтры для цветного кино, рубиновые и густо-зеленые стекла для освещения лаборатории и т. п.).

3) Монохроматические, которые пропускают какую-нибудь очень узкую область лучей света. Применяются для научных киносъемок.

4) Нейтральные серые светофильтры, задача которых сводится к тому, чтобы, не обладая избирательным поглощением к лучам той или иной длины волны, а поглощая их в одинаковой степени, снижать общую освещенность изображения на кадре.

5) Поляризационные фильтры («Пола-скрин»), применяемые для смягчения или устранения рефлексов, отражений изменения передачи светлости белых и блестящих предметов и т. д.

В зависимости от качества красителя и густоты окраски каждый светофильтр обладает той или иной плотностью, т. е. тем или иным избирательным поглощением, о котором можно судить либо по кривой поглощения света для данного светофильтра либо по спектрограммам, снятым на определенном негативном материале.

На рис. 117 показаны кривые поглощения для светофильтров, наиболее употребительных на кинопроизводстве. Следует иметь в виду, что кривая поглощения для того или иного светофильтра будет изменяться в зависимости от качества источника освещения и спектрального состава его лучей.

Кривые, приведенные на рис. 117, получены при нитролампах; ясно, что при свете дуговых или ртутных ламп или при солнечном свете они будут иметь другой вид.

Действие одного и того же светофильтра на различный по цветочувствительности негативный материал будет различно. Поэтому нельзя думать, что существуют какие-то идеальные светофильтры, дающие одинаковые результаты при съемке на любой сорт пленки и при любом освещении.

Для того чтобы судить, как действует тот или иной светофильтр при том или ином источнике света на данную эмульсию негативной пленки, нужно иметь спектрограммы, снятые на данную пленку без светофильтра и со светофильтром.

§ 96. ПРИМЕНЕНИЕ СВЕТОФИЛЬТРОВ ПРИ КИНОСЪЕМКАХ

Во время съемки светофильтры помещаются между объектом съемки и негативным материалом. В киноаппаратах светофильтры обычно укреп-

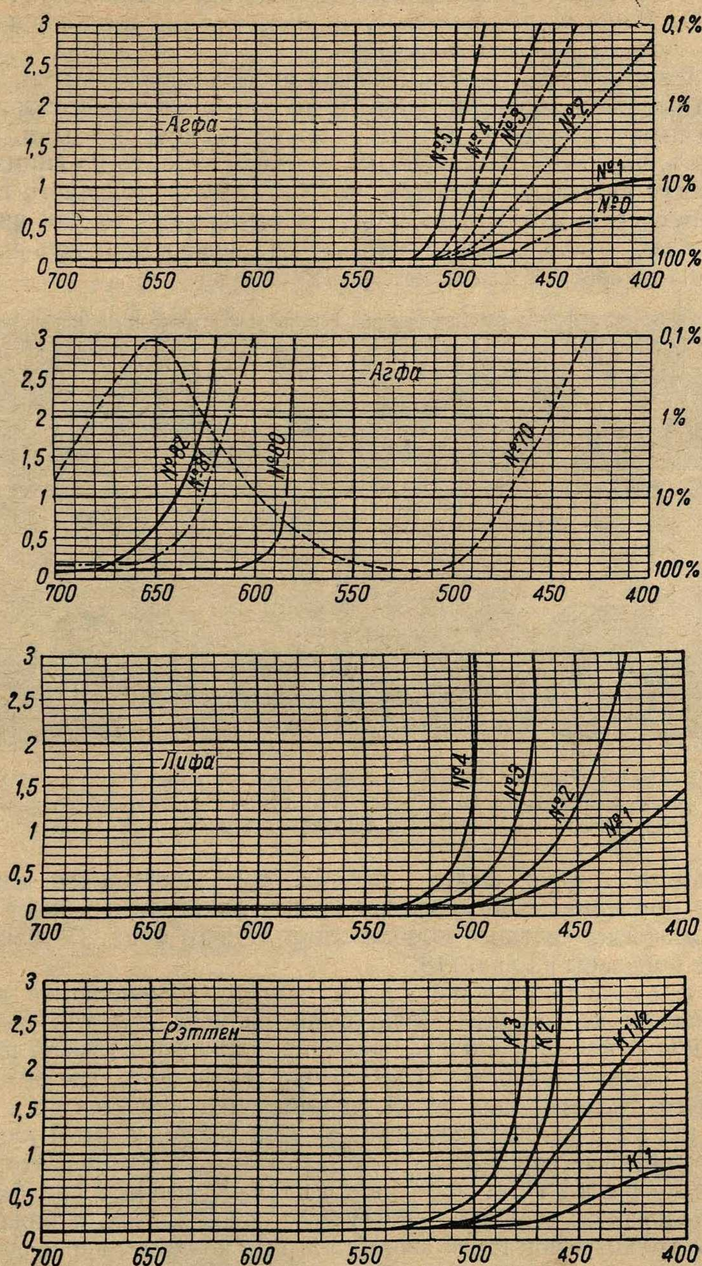


Рис. 117. Кривые абсорбции светофильтров Агфа, Лифа и Рэттен

ляются в специальном фильтродержателе («фильтр-трегер») перед объективом камеры. Чаще всего применяются желтые светофильтры различной густоты окраски и оттенка.

Объясняется это тем, что повышенная чувствительность всех эмульсий негативной пленки к голубым, синим и фиолетовым лучам искажает цветопередачу и передает эти цвета на снимке преувеличенно светлыми. Поэтому, если снимать, например, белые облака на синем небе, то на снимке и те и другие выйдут настолько светлыми, что весь эффект облачного неба пропадет. Применяя желтый светофильтр, поглощающий то или иное количество голубых, синих и фиолетовых лучей, можно получить на снимке белые облака на светлом или темносером фоне неба.

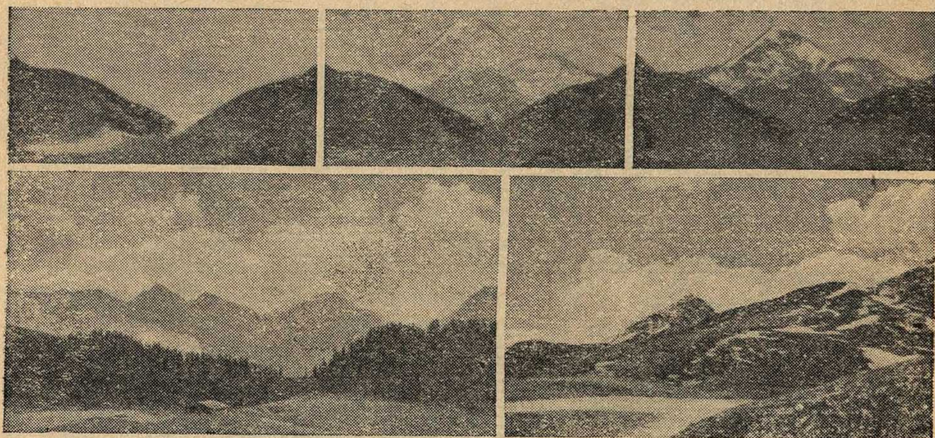


Рис. 118. Действие желтых светофильтров. Сверху: горы, снятые без фильтра (слева), со слабым фильтром (в центре) и с густым фильтром (справа). Внизу: облачное небо, снятое с нормальным фильтром (слева) и с густым (справа)

При съемке в горах желтые светофильтры уничтожают воздушную дымку, что при применении слишком густых фильтров искажает перспективу, давая эффект сильного приближения заднего фона. Образцы подобных съемок показаны на рис. 118.

Красные светофильтры обычно применяются во время дневных съемок «под ночь». Чаще всего применяются так называемые «сплошные светофильтры», представляющие собой пластинку одинаковой плотности и цвета. При съемке ландшафтов, где небо требует более густого фильтра, чем земля, применяются или «оттененные светофильтры», представляющие собой как бы желтый клин затемнения с постепенным переходом от густожелтого до светложелтого цвета, или «светофильтры со скачком» [1], которые как бы состоят из двух половинок: верхняя — из густого светофильтра, а нижняя — из светлого; во время съемок такой светофильтр располагают перед объективом так, чтобы линия раздела обеих половинок фильтра проходила по линии горизонта.

[1] «Шпрунг-фильтр». Иногда их называют «ступенчатыми светофильтрами».—*Н. А.*

§ 97. ВЛИЯНИЕ СВЕТОФИЛЬТРА НА ВЕЛИЧИНУ ВЫДЕРЖКИ

Понятно, что каждый светофильтр, поглощая те или иные лучи из светового потока, идущего от снимаемых объектов через объектив к светочувствительному слою эмульсии, делает его освещенность меньшей. Это заставляет для получения нормального негатива при пользовании светофильтром соответствующим образом изменять время выдержки t в сторону увеличения. Величина, показывающая, во сколько раз нужно увеличить время выдержки при съемке с данным светофильтром по сравнению со съемкой без него, называется кратностью данного светофильтра. Следует иметь в виду, что кратность каждого светофильтра не является величиной постоянной, а меняется в зависимости от спектрального состава лучей, идущих от источников света, применяемых при съемке, от цветочувствительности применяемого негативного материала и от других факторов. Поэтому данные о кратности того или иного светофильтра представляют практическую ценность только тогда, когда они содержат в себе указание на источник света и на тот сорт пленки, для которого приведены данные (табл. 29 и 30).

Таблица 29

Кратность светофильтров „Агфа“ для пленки „Панкине“

№ п/п	Источники света	Светофильтр										
		№ 0	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 70	№ 71	№ 80	№ 81	№ 82
1	Дневной свет.	1,4	1,7	2,2	2,5	2,8	3	5,5	2,3	4,5*	8*	24*
2	Нитролампы по 500—5000 *вт*	1,15	1,3	1,5	1,65	1,8	2	3,5	1,5	3	4	12
3	Дуговой свет с „желтыми“ углями „Сименса“	1,5	1,7	1,8	2	2,2	2,5	5,6	2,5	4	10	45
4	Дуговой свет с „белоснежными“ углями „Сименса“.	1,6	2	2,8	3,5	4,5	5,5	8	3	10	20	45

Примечание. Для достижения на снимке ночного или лунного эффекта отмеченная знаком (*) кратность светофильтра уменьшается в три раза.

§ 98. ВЫДЕРЖКА ПРИ СЪЕМКЕ

Прежде чем приступить к съемке какой-нибудь сцены, оператор устанавливает время выдержки t, с которой он будет снимать. Время выдержки в основном зависит от следующих факторов:

1) от качества объектов съемки (от их светлости, цвета и отражательной способности);

2) от яркости их освещения и от качества света (при натурных съемках — от времени года и дня, от состояния погоды и от географической широты места съемки; при съемках с искус-

Таблица 30

Кратность светофильтров „Рэттен“ при искусственном свете

№ светофильтра	Ортохроматическая пленка		Панхроматическая пленка тип А		тип В		тип С	
	При свете							
	солнца	нитроламп	солнца	нитроламп	солнца	нитроламп	солнца	нитроламп
6 К	4	3	2,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5
8 $К_2$	8	5	3	2,5	2	1,5	2	1,5
11×1	—	—	5	4	3,5	3	4	4
13×2	—	—	6	5	4	3,5	5	5
15	24	14	4,5	3	3	2	3	2
23Е	—	—	8	4	8	3	4	2,5
25А	—	—	10	5	10	5	4,5	3
29	—	—	20	10	18	9	10	5
С47	3	4	4	8	6	12	6	12
СВ	24	16	12	12	6	6	8	8

Примечание. В этой таблице данные, приведенные для света солнца, относятся и к съемке с дуговыми лампами при применении так называемых «белоснежных» углей, дающих белопламенную дугу.

К типу А панхроматических пленок отнесены пленки, выпущенные на рынок до 1931 г.

К типу В отнесены современные панхроматические эмульсии с цветочувствительностью, приближающейся к чувствительности человеческого глаза.

К типу С отнесены пленки с повышенной чувствительностью к красным, оранжевым и желтым лучам.

ственным светом — от количества и мощности осветительных приборов и от спектрального состава их лучей);

3) от светосилы объектива (рабочей диафрагмы), с которой происходит съемка;

4) от свето- и цветочувствительности данной негативной кинопленки и

5) при применении светофильтра — от его кратности при данных условиях съемки.

О влиянии последних трех факторов мы подробно говорили выше, поэтому сейчас ограничимся некоторыми замечаниями по первым двум.

Самой короткой выдержки при всех прочих равных условиях требует съемка таких светлых объектов, как облака, открытое море или большие озера. Затем идут дюны, морские виды и открытые снежные ландшафты. За ними в порядке последовательного увеличения требуемой выдержки идут: удаленные ландшафты, съемка открытых мест (полей, рек, зданий на открытом месте, ипподромов и аэродромов и т. п.) и группы в светлых костюмах на открытом воздухе — на солнце; съемка широких улиц и площадей; открытые ландшафты с передним планом, постройки и группы, съемки в тени деревьев, съемки в светлой комнате и съемки внутри зданий.

При съемке одного и того же объекта в разных планах (масштабах) следует помнить, что при увеличении размеров снимаемого объекта на кадре выдержка должна быть больше, чем при съемке его в более мелком масштабе. Понятно, что в зависимости от светлости фона и костюмов, от наличия вблизи снимаемого объекта отражающих на него свет поверхностей выдержка должна соответствующим образом изменяться.

Яркость освещения при натурных съемках зависит как от географической широты места съемки (чем южнее будет место съемки, тем короче выдержка, чем севернее — тем она должна быть длиннее), так и от времени года, дня и от состояния погоды.

Ярче светит солнце в июне-июле и слабее — в декабре - январе. *В течение дня* максимальная яркость освещения будет около 12 часов, когда солнце находится в зените.

Состояние *погоды* играет при киносъемках большую роль. Максимальную освещенность предметов при натурных съемках получим, когда небо будет в отдельных светлых облаках, которые являются как бы дополнительными отражателями лучей от солнца на землю. Несколько меньшую яркость освещения будем иметь при безоблачном небе.

Затем в порядке уменьшения освещенности идут: свет солнца через легкие облака, через густые облака, освещение в пасмурную и очень пасмурную погоду, когда все небо затянуто несколькими слоями сплошных облаков или густой пеленой тумана.

Для того чтобы проиллюстрировать влияние всех этих основных факторов, даем «Таблицы для определения выдержки при съемке с солнечным освещением» (составлены Штебле).

В таблице А дано *условное числовое выражение* объектов съемки.

Таблица А

Объекты съемки

Облака, морская даль	Вода или снег		Строения		Съемки в городе		Виды		Портреты и группы						Внутри здания	
												В комнате, в удалении от окна				
	Без переднего плана	С передним планом	Светлые	Темные с деревьями	Площади и широкие улицы	Узкие улицы	Без переднего плана	С темным передним планом	На солнце	В тени	В густой тени	0,5 *м*	1 *м*	2 *м*	Светлого	Темного
0	1	2	2	4	3	6	4	8	4	7	10	12	14	16	24	32

Найдя по этой таблице соответствующую нашему объекту графу, запоминают его числовое обозначение (например, при съемке темного строения, окруженного деревьями, берут цифру 4; при съемке группы в густой тени берут цифру 10; внутри светлого здания — 24 и т. п.).

Эту цифру в дальнейшем складывают с цифровыми выражениями условий освещения, которые даны ниже в табл. B и C.

Таблица B

Сила дневного света

Время дня		Июнь, июль	Август, май	Сентябрь, апрель	Октябрь, март	Ноябрь, февраль	Декабрь, январь
12 часов		0	0	1	1	2	3
11 ч. утра	1 ч. дня.	0	0	1	2	3	4
10 ч. утра	2 ч. дня.	0	1	1	2	3	4
9 ч. утра	3 ч. дня.	1	1	2	3	4	5
8 ч. утра	4 ч. дня.	1	2	3	4	5	—
7 ч. утра	5 ч. дня.	2	3	4	5	—	—
6 ч. утра	6 ч. веч.	3	4	5	—	—	—
5 ч. утра	7 ч. веч.	5	5	—	—	—	—
4 ч. утра	8 ч. веч.	7	—	—	—	—	—

Таблица C

Влияние условия освещения (погоды)

Солнце и белые облака	Солнце, безоблачно	Легкие светлые облака	Темные облака	Пасмурно		
				слабо	средн.	очень
0	1	2	3	4	5	6

Предположим, что съемка производится в 2 часа дня, в мае, при небе, закрытом темными облаками. Этому времени дня в мае соответствует цифровое обозначение силы света 1, а съемке при темных облаках — 3.

Затем по таблице D определяют цифровое обозначение выбранной рабочей диафрагмы.

Таблица D

Влияние светосилы объектива (его рабочей диафрагмы)

1,8	2	2,7	3,2	3,9	4,5	5,5	6,3	6,8	7,7	9	11	12,5	18	22	25
—7	—6	—3	0	1	2	3	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12

Предположим, что мы собираемся снимать наш объект — темное строение, окруженное деревьями — с диафрагмой 4,5. Этому значению диафрагмы соответствует цифровое выражение 2.

Наконец по таблице E находим цифровое выражение, соответствующее чувствительности нашей негативной пленки.

Таблица Е

Светочувствительность негатива (в градусах по Х. и Д.)

31	50	64	104	133	216	176	351	570
5	4	3	2	1	0	—1	—2	—3

Предположим, мы снимаем на пленке с чувствительностью, равной 351° по Х. и Д. Ей соответствует цифровое обозначение — 2 (минус два).

Найдя по этим пяти таблицам цифровые выражения всех наших основных факторов съемки: качества объекта (+4), силы дневного света (+1) при условии освещения (+3), светосилы (+2) и светочувствительности пленки (—2) берем их сумму:

$$4+1+3+2+(-2)=8.$$

По ней в таблице К находим величину выдержки.

Таблица К

Выдержка (в секундах)

Сумма	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Время выдержки	1/500	1/400	1/250	1/200	1/125	1/100	1/60	1/50	1/30	1/25	1/15	1/12

В нашем примере потребная выдержка должна равняться $\frac{1}{200}$ сек., для чего оператор соответствующим образом уменьшит размеры щели обтюратора.

Определение выдержки требует от оператора большого опыта, внимания и уменья быстро и точно учесть все сложные условия съемки. Для облегчения этой трудной работы выпущены всевозможные «Таблицы для определения выдержек», табличные «автофотометры», оптические и химические фотометры и «экспозиметры» (ФЭД, «Вестон» и др.).

Последние представляют собой прибор, который с помощью фотоэлемента определяет яркость освещения снимаемых объектов. Обычно «экспозиметры», применяемые на кинопроизводстве, сразу показывают, с какой рабочей диафрагмой и с каким углом раскрытия щели обтюратора нужно снимать данную сцену. Применение «экспозиметров» (имеются и советские образцы, сконструированные НИКФИ и ФЭД) гарантирует более точное определение выдержки, от которой, как мы знаем, зависит качество снятого материала.

§ 99. СЪЕМКА ЗВУКА НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ

Во время съемки звуковой части фильма *на натуре* приходится учитывать, что *на открытом воздухе сила звука обратно пропорциональна квадрату расстояния*

от источника звучания до звуковоспринимающего аппарата (уха, микрофона и т. п.), т. е.

$$S = \frac{1}{l^2},$$

где S — сила звука и l — расстояние от источника звучания до звуковоспринимающего аппарата.

Если при своем движении звуковая волна встречает какое-нибудь препятствие, то она от него отражается по тем же законам, что и световой луч. При каждом отражении какое-то количество энергии, несомой звуковой волной, поглощается препятствием, причем величина этого поглощения будет зависеть от свойств того материала, из которого состоит данное тело. Поэтому при натурных съемках микрофон располагают вдали от отражающих звук предметов и закрывают его с боков и сзади звукоизолирующими экранами.

§ 100. СЪЕМКА ЗВУКА В ЗАКРЫТОМ ПОМЕЩЕНИИ

При съемке в закрытом помещении звуковая волна, отражаясь от стен, потолка, пола и различных предметов, продолжает распространяться по всему объему комнаты до тех пор, пока за счет многократных отражений (обычно 250 — 300) ее интенсивность не уменьшится настолько, что ухо перестает ее слышать.

Акустические условия закрытого помещения характеризуются так называемой реверберацией, т. е. временем затухания в данном помещении короткого звука определенной силы до порога слышимости уха.

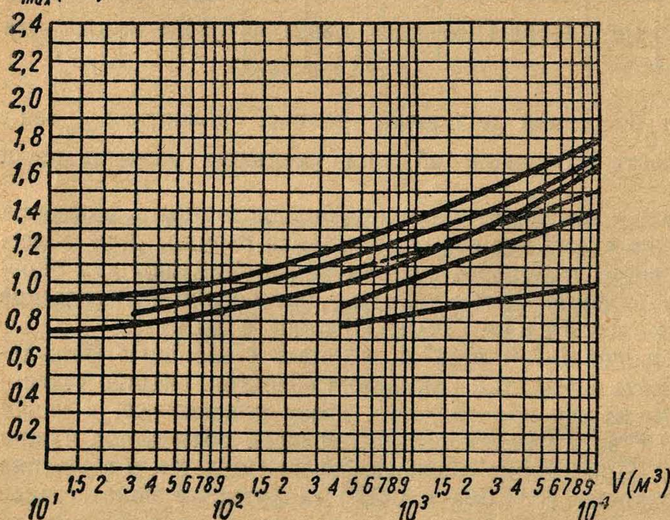


Рис. 119. Значение оптимальной реверберации по Михелю (верхняя кривая), по Ватсону (вторая сверху), для кинотеатров по нормам «Клянгфильм» (третья сверху), по Кнудсену и по нормам «Вестерн-Электрик» (нижняя)

Для каждого помещения в зависимости от его объема существует оптимальная реверберация, при которой звучание в помещении данного объема будет наилучшим.

Для примера приводим табл. 31 «Время оптимальной реверберации для кинотеатральных залов» (по Сабину), принятую в американской кинематографии.

Для помещения любого объема проф. Михель дает определения оптимальной реверберации по следующей формуле:

$$t=0{,}036\sqrt{V}+0{,}907$$

На рис. 119 показан график для определения оптимальной реверберации. Здесь по оси абсцисс отложен объем зрительного зала, выраженный в кубических метрах, а по оси ординат — время оптимальной реверберации в секундах. Кривыми показано время оптимальной реверберации, найденной для различных звуков различными акустиками. Особый интерес представляют третья и четвертая сверху кривые, так как они дают величину оптимальной реверберации для звуковых кинотеатров и рекомендуются: третья — немецкой кинофирмой «Клянгфильм», а четвертая — американским концерном «Вестерн-Электрик». Предпоследняя кривая дает величины для натуральной музыки и последняя — для разговора (по Кнудсену).

Таблица 31

Объем помещения (в куб. футах)	Объем помещения (в куб. метрах)	Границы времени реверберации (в сек.) для аудитории	
		заполненной наполовину	заполненной полностью
10 000	300	0,9—1,2	0,6—0,8
25 000	750	1—1,3	0,8—1,1
50 000	1 500	1,2—1,5	0,9—1,3
100 000	3 000	1,5—1,8	1,2—1,5
200 000	6 000	1,8—2,0	1,4—1,7
400 000	12 000	2,1—2,3	1,7—2,0
600 000	18 000	2,3—2,6	1,8—2,2
800 000	24 000	2,5—2,8	1,9—2,3
1 000 000	30 000	2,6—2,9	2,1—2,5

§ 101. ИСТИННАЯ РЕВЕРБЕРАЦИЯ

Истинной реверберацией какого-нибудь помещения называют время затухания короткой звуковой волны в данном помещении. Истинная реверберация зависит от объема помещения и от его способности поглощать звуковую энергию и выражается формулой Сабина:

$$T=\frac{0{,}164\,V}{A},$$

где V — объем помещения, выраженный в кубических метрах, A — общее звукопоглощение данного помещения.

Различные материалы по-разному поглощают энергию звуковых волн. Как правило, плотные материалы (сталь, мрамор, бетон и т. п.) поглощают незначительное количество звуковой энергии, почему помещения с преоблада-

нием в них этих материалов обладают очень большим временем истинной реверберации и вследствие этого гулкостью. Наоборот, мягкие, пушистые материалы (войлок, вата, мягкие ковры и т. п.) поглощают много звуковой энергии и быстро заглушают звук. Поэтому помещения тех же объемов, что и первые, но с обилием подобных поверхностей имеют истинную реверберацию слишком короткой, благодаря чему звук будет очень глухим, лишенным приятной объемности.

Наилучшего качества звучания в закрытом помещении при киносъемке и при показе звукового фильма возможно добиться только тогда, когда время истинной реверберации будет совпадать со временем оптимальной реверберации для помещения данного объема.

§ 102. ПОГЛОЩЕНИЕ ЗВУКА РАЗЛИЧНЫМИ ПРЕДМЕТАМИ

В павильоне киностудии или в кинотеатре возможно изменять акустические условия за счет изменения поглощения звука A. Если помещение слишком гулкое (т. е. время истинной реверберации больше времени оптимальной реверберации), в него нужно ввести нужное количество звукопоглощающего материала. Наоборот, если помещение чересчур заглушено и звук в нем глухой (т. е. истинная реверберация короче оптимальной), то из него нужно убрать часть звукопоглощающих материалов.

За единицу звукопоглощения берется поверхность открытого окна с площадью, равной единице измерения (1 $м^2$), так как все падающие на него звуковые волны не отражаются обратно в помещение, а уходят наружу. Приняв звукопоглощение открытого окна за единицу, можно получить коэфициенты звукопоглощения единицы поверхности различных материалов (табл. 32).

Таблица 32

Коэфициенты звукопоглощения единицы поверхности некоторых тел (по Ватсону и Сабину)

Открытое окно	1
Кирпичная стена толщиной в 18 дюймов	0,032
Кирпичная стена оштукатуренная и выкрашенная	0,017
Стекло нормальной толщины	0,027
Линолеум	0,03
Штукатурка по дереву	0,034
Деревянная обшивка	0,06
Лакированное дерево, паркет	0,03
Волосяной войлок толщиной в 2,5 *см*, неокрашенный	0,55
Волосяной войлок толщиной в 2,5 *см*, окрашенный	0,25—0,45
Ковры не строченные	0,15
Ковры восточные с длинным ворсом	0,29
Шторы из мягкой толстой материи с глубокими складками	0,5—1,0
Стулья из ясеня	0,038
Сидящая публика в зале собраний	0,96

В некоторых случаях вычислить звукопоглощающую поверхность того или иного тела сложно и поэтому для них даются заранее определенные величины суммарного звукопоглощения (табл. 33).

Таблица 33

Общее поглощение звука отдельными предметами

Предмет	Величина общего звукопоглощения
Один человек, находящийся в аудитории . .	0,44 звук. единицы
Одно гладкое деревянное сиденье (стул) . .	0,17 звук. единицы
Обивка сиденья в зависимости от материала на каждое сиденье	от 0,09 до 0,23 звук. единицы
Мягкие сиденья с подушками из волоса . .	0,21 звук. единицы
Диваны, набитые волосом и крытые кожей на каждое сиденье и спинку	0,28 звук. единицы
Деревянные сиденья для аудиторий на одно место	0,008 звук. единицы
Зритель, сидящий отдельно	от 0,48 до 0,54 звук. единицы

Умелым комбинированием различных звукопоглощающих материалов в том помещении, в котором производится звуковая съемка или воспроизведение звукового фильма, достигаются наиболее благоприятные акустические условия звучания.

Для определения акустических условий в каком-нибудь закрытом помещении служат либо специальные измерительные приборы (реверберометры), либо предварительный расчет времени оптимальной и истинной реверберации.

§ 103. ИЗМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ЗАКРЫТОМ ПОМЕЩЕНИИ

Для хорошего звучания необходимо, чтобы истинная реверберация совпадала с оптимальной. Но эта величина t в свою очередь является функцией V (объема помещения) и A (его полного звукопоглощения).

Переставляя члены в основной формуле времени реверберации, легко можно определить ту общую звукопоглощаемость A, которой должно обладать данное помещение для того, чтобы его истинная реверберация t была равна оптимальной

$$T = \frac{0,164\ V}{A},$$

откуда

$$A = \frac{0,164\ V}{T}.$$

В киносъемочных ателье основная масса звукопоглощающего материала в виде драпировок с глубокими складками размещается на потолке, сверху. Стены (рис. 120) покрываются постоянными звукопоглотителями (торфолеумом, целотексом и т. п.). По мере надобности пол покрывается коврами или, наоборот, разглушается, как и часть стен. Особенно хорошо должна быть заглушена та сторона ателье, где располагается микрофон. В студиях для тонировки и в зрительном зале кинотеатра в первую очередь заглушается потолок и затем противоположная экрану стена. Обычно покрывается материей задняя треть боковых стен и вся задняя стена.

Если нужно добиться большей гулкости и сочности звучания, то студию «разглушают», т. е. выносят из нее часть звукопоглощающих материалов. Когда же требуется избавиться от чрезмерной гулкости («бочка»), то в студию вводят нужное количество тех или иных звукопоглощающих материалов. Только добившись нужного эффекта звучания, проверенного через микрофон, можно приступать к съемке.

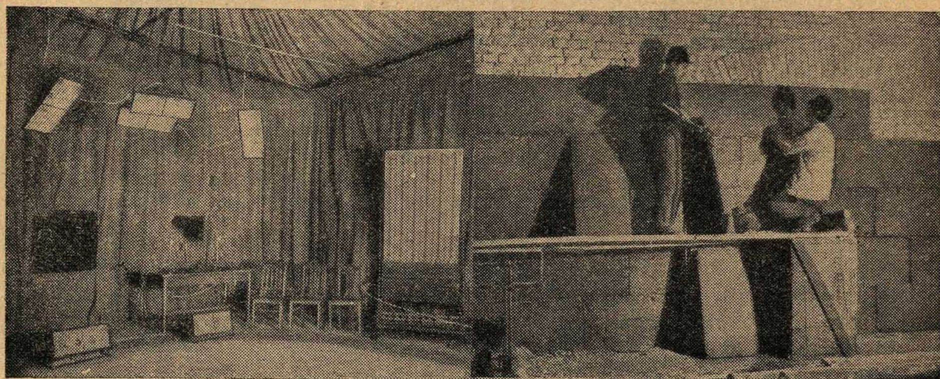


Рис. 120. Заглушение стен в киностудиях

§ 104. СЪЕМКА

Самый порядок техники съемки сводится в основном к следующему: режиссер совместно с оператором выбирает точку для аппарата, устанавливает границы кадра (точнее: полезное поле съемки), строит мизансцену и приступает к репетициям, во время которых звукооператоры проверяют силу и качество звучаний и устанавливают режим звукозаписи.

И оператор и режиссер обязательно должны перед началом съемки проверить через лупу непосредственно на пленке при полном освещении всю игру актеров (генеральная репетиция), обращая внимание на правильность освещения их во время перемещения в кадре, на то, чтобы они не «резались», не перекрывали света и не выходили из резкости, если это специально не предусмотрено замыслом руководителей съемки. Только после этого приступают к самой съемке, предварительно засняв табличку с соответствующим номером сценарного кадра для облегчения в дальнейшем монтажа. Одновременно проводится и звуковая маркировка негатива фонограммы. Съемка начинается по сигналу режиссера, по которому звукооператоры включают свой аппарат и синхронно работающую с ним съемочную камеру.

§ 105. ДУБЛЯЖ

В заключение—несколько слов еще об одной разновидности современных звуковых съемок, которые до известной степени напоминают «последующее озвучание». Здесь речь идет о так называемом дубляже.

Сущность дубляжа заключается в том, что для звукового фильма, снятого на иностранном языке, записывается другая ф о н о г р а м м а, на которой все диалоги произносятся на требуемом языке. Понятно то огромное значение, которое имеет метод дубляжа в нашей многонациональной стране, с населением, говорящим на различных языках. Для примера укажем, что фильм «Чапаев», выпущенный в количестве около 2000 копий (из них 1036 — звуковых) имеет варианты на 32 языках народов СССР. За границей «Чапаев» дублирован на английский, французский, испанский, китайский и другие языки.

Технически дубляж состоит в том, что во время проекции фильма на экран фонограмма его записывается осциллографом на довольно широкую бумажную ленту, движущуюся в восемь раз медленнее пленки. На этой ленте в нужных местах вписывается стенографически точная запись текста на языке оригинала, а затем над ним делается точный перевод его на тот язык, на который переводится этот текст. Это требует большой и напряженной работы, так как нужно не только сделать перевод точный по смыслу и по характеру, но и подыскать такие слова на новом языке, чтобы в них содержались бы те же наиболее характерные по артикуляции рта буквы, как «а» «у», «э» и т. п.

Затем эта лента одновременно с показом на основном экране немого изображения фильма проецируется специальным аппаратом на отдельном экране, расположенном ниже основного. Перед экранами помещаются исполнители и микрофон звукозаписывающего аппарата. Видя перед собой на верхнем экране само действие, а на нижнем—характер фонограммы и текст, они по сигналам читают его, добиваясь полного совпадения.

Дублирование полнометражного фильма обычно требует около четырех недель времени, из которого $^1/_3$ уходит на подготовку текста. Самая же «перезапись» занимает всего около 2—3 рабочих дней.

В заключение нашего краткого знакомства с основами техники киносъемки необходимо особо подчеркнуть ту к о л л е к т и в н о с т ь т р у д а и тесную связь п р о и з в о д с т в е н н о-т е х н и ч е с к и х вопросов с вопросами чисто т в о р ч е с к и м и, которые пронизывают весь процесс съемки кинофильмов.

В самом деле, невозможно получить высококачественных результатов съемки даже при отличной работе режиссера, оператора и актеров, если осветители или гримеры, декораторы или звукотехники, постановщики или костюмеры и проч. не будут работать на высоком уровне. Только напряженной, вдумчивой и высококачественной работой всего коллектива каждой киностудии создаются прекрасные советские фильмы, покоряющие глубиной своих идей зрителей всех стран мира. Ни о какой технической отсталости нашего производства от заграничного на сегодняшний день говорить не приходится. Наши киностудии достаточно оснащены всей необходимой техникой для производства киносъемок и поэтому сейчас основная задача всех творческих работников сводится только к тому, чтобы максимально использовать эту технику для реализации своих творческих замыслов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

В. А. Фаас, «Светофильтры», Кинофотоиздат, Москва, 1936.

В. Л. Гинзбург, «Светофильтры», ОНТИ НКТП, 1936.

М. Г. Варгафтиг, «Справочник кинооператора» (кинопленка и светофильтры), изд. З. К. Союзкинохроники, М., 1934.

Д-р И. Рэден, «Определение экспозиции» (любое издание).

Проф. С. Я. Лифшиц, «Курс архитектурной акустики», М., изд. МВТУ, 1927, ц. 2 р. 25 к.

Проф. С. В. Беляев, «Акустика помещений», ОНТИ, М., 1933, ц. 2 р. 50 к.

А. В. Рабинович, «Основы акустики, «Кинофотоиздат, М., 1936, ц. 1 р. 60 к.

Е. М. Голдовский, «Кинотехника Европы», изд. «Искусство», 1937, ц. 10 р.

Справочник кинооператора, изд. «Искусство».

КИНОТРЮКИ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ СЪЕМОК

§ 106. КИНОТРЮКИ В ПРОШЛОМ И В НАСТОЯЩЕМ

Английское слово трюк (*truck*) значит: обман, уловка, хитрость. На кинопроизводстве трюковыми съемками называют такие, в результате которых зритель видит на экране не то, что в действительности находилось перед объективом съемочной камеры, или видит самый объект и его движения не так, как они выглядели в натуре.

Раньше в фильмах трюк применялся для показа на экране чего-то необычайного, «сверхестественного». Теперь трюковая съемка в основном является элементом нормального производства фильмов, облегчающим и заменяющим опасные съемки, удешевляющим постановку и расширяющим творческие возможности режиссера, сценариста, актера, оператора и др.

Последнее время трюковую съемку стремятся провести так, чтобы при показе ее результатов на экране зритель даже и не подозревал о ней.

Поэтому сейчас вместо самого термина «трюковая киносъемка» чаще говорят «комбинированные съемки» или «спецвиды съемок». Такая съемка становится неотъемлемой составной частью нормально поставленного современного производства кинокартин, на котором имеются специальные отделы комбинированных съемок.

ТРЮКИ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕНЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ РУЧКИ СЪЕМОЧНОЙ КАМЕРЫ

К этой группе принадлежат: а) мгновенные появления и исчезновения актеров, обстановки и т. п.; б) мгновенные перемены; в) «уплотнение времени», т. е. показ медленно протекающего процесса с неестественной быстротой (цейтрафферная съемка); г) «растяжение времени» («лупа времени»), т. е. демонстрирование на экране в замедленном темпе быстрых движений и явлений, снятых «рапидом»; д) показ действия в обратном порядке и т. п.

§ 107. СТОПКАМЕРА

Первые два вида съемки (а и б) носят название трюков стопкамеры, так как они осуществляются путем остановки вращения ручки съемочного

аппарата на время перемены декорации или обстановки, прихода и занятия нужного места действующим лицом или предметом.

Этот простейший по своему выполнению прием дает очень эффектные кадры и в настоящее время применяется исключительно для незаметной зрителю подмены одного актера другим или куклой и т. п.; применение его для видимых зрителю мгновенных появлений, исчезновений и перемен крайне ограничено необходимой для этого тематикой — феерии, сказки и т. п. (пример — «По щучьему велению», «Золотой ключик» и др.).

Стопкамера часто применяется при съемке всевозможных батальных и «опасных» для жизни актера сцен. Зритель, например, видит, как бегут в атаку солдаты и у них под ногами взрывается фугас; на экране видно, как от подброшенных взрывом людей отрываются руки, ноги, головы. Ясно, что здесь съемка велась с живыми актерами только до момента взрыва. Затем подавалась команда: «стопкамера». Та часть актеров, которая должна была быть «взорванной», заменялась манекенами, остальные актеры, расположенные в безопасных от взрыва местах, оставались на поле съемки. Затем подавалась команда продолжать съемку и производился взрыв, от которого страдали только куклы.

Человеческий глаз видит каждое движение в целом, а не в отдельных его фазах; поэтому на основе жизненного опыта и непроизвольной работы ассоциативной памяти мозга зритель узнает все действие по его отдельным наиболее характерным для познавания фазам.

Ту же способность зрителя самому создавать себе иллюзии непрерывности действий при показе ему отдельных элементов этого действия в кино используют и для показа всевозможных катастроф, падений, необычайных прыжков и т. п. Например, нужно показать такой трюк: преследуемый герой из окна второго этажа прыгает прямо в седло стоящей внизу лошади и уезжает на ней. Для съемки этого нужно, чтобы герой вылез на подоконник и сделал вид, что он вот-вот сейчас прыгнет. Затем съемка прекращается. Актер спокойно выходит из дома и садится в седло. После этого съемка продолжается. Некоторое смещение лошади не страшно, так как естественно, что она после «падения» героя в ее седло сдвинулась (интересно отметить, что зритель всегда сам подсознательно находит оправдание подобным неизбежным отклонениям).

Для того чтобы не получилось впечатления мгновенного перескока актера с подоконника на лошадь, следует после ухода героя из окна снять 2—3 кадрика без него, но с лошадью.

Подобным же способом совершаются прыжки вверх, в длину и т. п. Для этого опять-таки снимаются только начальные фазы прыжка, затем несколько «пустых» кадриков без актера и, наконец, финальные фазы прыжка актера, перешедшего за время остановки камеры на новое место.

В тех случаях, когда по ходу действия поезд должен налетать и разбивать автомобиль с людьми, применяется тот же прием остановки камеры («стопкамера»), во время которого на рельсы ставят макет автомобиля (в натуральную величину) с посаженными в него манекенами. Такая «подмена» актеров в особенности на коротких кусках и в неожиданный для зрителя момент позволяет добиваться самых необычайных эффектов.

В настоящее время прием «стопкамера» представляет производственный интерес главным образом потому, что он позволяет, не рискуя жизнью актеров, безопасно снимать интересные и «страшные» кадры.

§ 108. ИСКАЖЕНИЕ ВРЕМЕНИ. ЗАМЕДЛЕННАЯ И УСКОРЕННАЯ СЪЕМКА

В очень многих кинокартинах встречаются отдельные кадры, выполнение которых основано на так называемом искажении времени и которые достигаются исключительно изменением скорости вращения ручки съемочного аппарата.

В результате этих съемок на экране видно, как до того нормально двигавшиеся люди вдруг начинают носиться с невероятной быстротой; простые извозчичьи клячи мчатся по улицам быстрее заправских рысаков, а детские колясочки катятся со скоростью автомобиля. Или наоборот: скачущая во весь опор лошадь медленно и плавно, наперекор всем законам всемирного тяготения, будто невесомая, «плывет» по воздуху («Звенигора» А. Довженко) и т. п.

Наконец, кроме этих явно видимых зрителю искажений времени очень часто используется изменение скорости съемки для изменения на экране темпа и характера движения снимаемых объектов сообразно со сценарием или с художественным замыслом режиссера так, чтобы зритель об этом и не догадывался. Например, многие куски фильма «Цирк» (прыжок с поезда, отдельные куски «велосипедного номера», трюки «Чаплина» и др.), «Александр Невский» (сцены боя) и другие сняты замедленно, со скоростью 10—14 кадриков в 1 сек. вместо нормальных 24, для того чтобы на экране дать эффект быстрых, стремительных движений.

Продвижение фильма через проекционный аппарат происходит только в одном направлении и с одной и той же раз навсегда установленной скоростью.

Нормальную киносъемку производят с такой же скоростью именно для того, чтобы при показе снятого на экране не изменялась скорость движения объектов по сравнению с действительностью.

Предположим теперь, что во время съемки картины стали вращать ручку камеры в два раза медленнее, т. е. за 1 сек. на пленке снимается не 24 кадрика, а всего 12. Допустим, что вся снимаемая сцена была разыграна актерами и зафиксирована на пленке за 20 сек., т. е. за все время работы камеры было экспонировано 240 кадриков.

Позитив с этого куска длиной в 240 кадриков при показе его на экране будет двигаться в проекторе со скоростью 24 кадрика в 1 сек. Следовательно, полное время его показа будет 10 сек., т. е. в два раза меньше того времени, за которое та же сцена была разыграна актерами во время съемки. В результате — на экране все движения актера будут совершаться в два раза быстрее, чем в действительности.

Таким образом здесь как бы произошло уплотнение времени, причем, во сколько раз медленнее против нормальной скорости съемки и показа фильма будет вес-

тись съемка данного куска, во столько же раз быстрее будет протекать все действие на экране при показе его с обычной скоростью проекции.

Степень уплотнения времени (масштаб времени) может быть выражен формулой:

$$K = \frac{V_p}{V_s},$$

где K — масштаб времени (степень ускорения движений или снятого процесса при его проекции на экране); V_p — скорость проекции, выраженная в количестве кадриков, показываемых в 1 сек. (нормально для немых фильмов 20 кадриков в 1 сек. и для звуковых — 24 кадрика в 1 сек); V_s — скорость съемки, выраженная в количестве кадриков, снимаемых в 1 сек.

Иногда на экране требуется за короткое время показать какое-нибудь очень медленно протекающее явление, например, распускание цветка, размножение протоплазмы, вылупливание цыплят из яиц и т. п. Ясно, что здесь паузы между отдельными съемками (кадриками) нужно делать более продолжительными.

Для подобных сильно замедленных съемок служат специальные приборы цейтрафферы, которые приводятся в действие электричеством и производят всю нужную работу сами. Перед съемкой нужно только навести кинокамеру на снимаемый предмет и установить соответствующим образом механизм цейтраффера, который через заданные промежутки времени будет зажигать нужные для освещения лампы, производить самую съемку на 1 кадр (если нужно, то и на 2—3 и т. д.), автоматически выключать свет и отсчитывать нужное время до следующей съемки и т. д. То, что снято цейтраффером иногда в течение нескольких недель, при проекции на экране приводит к уплотнению времени до колоссальных пределов (при съемке через каждые 3 часа по 1 кадру и при проекции с нормальной скоростью на экране ускорение процесса происходит примерно в 216 000 раз!) и показывает зрителю то, чего глаз человека при непосредственном наблюдении не смог бы увидеть. Поэтому цейтрафферы широко применяются в различных научно-исследовательских институтах.

На рис. 121 в центре показан цейтраффер «Аскания» (модель «Кга»), и по бокам — образцы сильно замедленной съемки распускающихся растений.

Каждый цейтраффер, приключаемый к съемочной камере, в основном состоит из механизма, отсчитывающего время, и мотора, приводящего в действие механизм съемочной камеры, снабженный специальным прерывателем, выключающим механизм камеры после съемки одного кадрика.

Использование цейтраффера не в плане научных исследований, где он приносит огромную пользу, а в плане чисто художественном, крайне ограничено.

При съемке художественных фильмов применяют замедленную съемку обыкновенными съемочными камерами для более безопасной работы актеров.

Предположим, что требуется снять ожесточенный и стремительный бой

на саблях или фехтование на рапирах. Такие сцены, так же, как и сцены боксирования, драк и т. п., всегда снимаются несколько замедленнее нормальной съемки (обычно 8—10 или 12 кадриков в 1 сек.). Так были засняты батальные сцены в «Александре Невском», в «Петре I» и в других фильмах.

Более медленно работающие актеры имеют возможность спокойно и безопасно наносить противникам удары и парировать встречные, которые на экране приобретут нужную стремительность. Столкновения автомобилей, поездов и т. п. всегда проводятся при съемке с минимальной безопасной скоростью, но снимаются сильно замедленно.

Приведенная выше формула масштаба времени будет справедлива и в тех случаях, когда при съемке ручка камеры вращается не замедленно, а значительно быстрее против нормы.

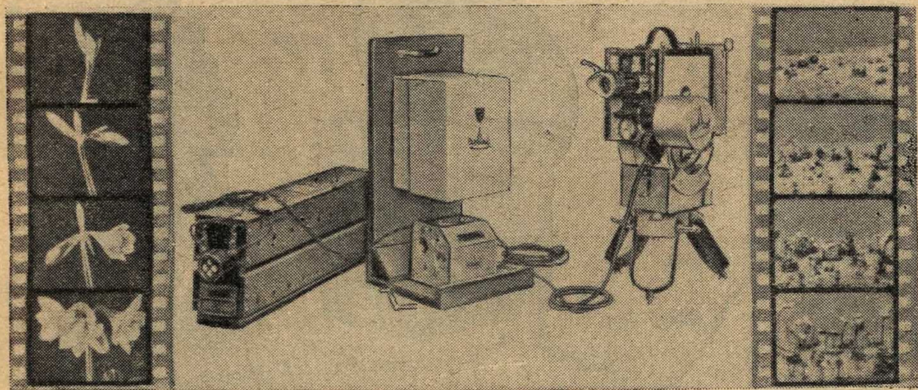


Рис. 121. Цейтраффер «Kra». Аскания. По бокам — образцы произведенных им съемок

Во сколько раз быстрее будет вращение ручки съемочной камеры против нормальной скорости проекции фильма (V_p) во столько раз медленнее будет совершаться движение на экране (K).

В обыкновенных камерах вручную оператор может равномерно снимать лишь со скоростью до 25 кадриков в 1 сек. (мотором до 30—35 кадриков). Когда же требуется снимать с большей скоростью, то к аппарату присоединяется через гибкий вал дополнительная приставка с отдельным штативом или специальная мощная моторная установка (такие приставки для съемки со скоростью до 100 кадриков в сек. выпущены «Асканией», а «Бэлл-Хауэлл» делает приставки, позволяющие доводить скорость съемки по 128—200 кадриков в 1 сек.); или же применяются специальные камеры для рапид-съемок, так называемые «лупы времени» и «рапидкамеры» (камеры «гранд-витесс») (рис. 122). Среди последних наибольшее распространение имеют аппараты Дебри «GV», позволяющие снимать со скоростью до 240 кадриков в 1 сек. и снабженные кассетами на 120 *м*. Последние модели этих аппаратов снабжены электромоторами, объективами

в универсальной оправе и кассетами емкостью в 300 *м*; это имеет большое производственное значение при съемке звуковых фильмов.

Для ультрабыстрых съемок служат «л у п ы в р е м е н и» Эрнемана со скоростью съемки до 1000 кадриков в 1 сек. и, наконец, недавно выпущенная модель «Цейтлупы» № 2 фирмы «Цейсс-Икон», которая позволяет доводить скорость съемки до 1500 кадриков в 1 сек.

Существуют специальные киносъемочные аппараты для ультрарапидных съемок, позволяющие снимать со скоростью 5; 10; 15 и даже 30 000 кадриков в 1 сек., но описывать их не будем, так как для целей художественной кинематографии они не применяются.

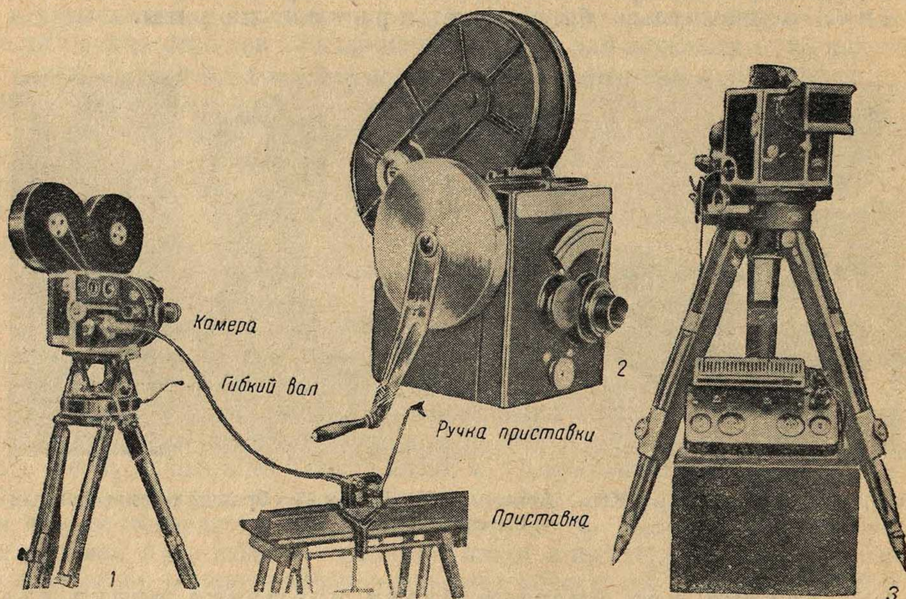


Рис. 122. Аппараты для ускоренной съемки: *1* — съемочная камера «Бэлл-Хауэлл» с приставкой для ускоренных съемок; *2* — «Рапидкамера» А. Дебри «GV», дающая до 240 кадров в 1 сек.; *3* — «Лупа времени» Цейсс-Икон, дающая до 1500 кадров в 1 сек.

Иногда применяется с л е г к а у с к о р е н н а я с ъ е м к а обыкновенной камерой для того, чтобы дать возможность зрителю лучше рассмотреть и прочувствовать какое-нибудь довольно быстрое явление или действие. Если, например, снимается сцена падения с верхнего этажа горящего дома в пожарную сетку, то лучше ее заснять несколько ускоренно (раза в $1^1/_2$—2 быстрее нормальной скорости съемки), иначе продолжительность самого падения будет настолько мала, что зритель за это время не успеет осознать все происходящее действие.

Интересно отметить, что большинство зрителей не замечает этого изменения скорости падения или движения во время прыжков. Поэтому подобные слегка ускоренные съемки применяются довольно часто, в особенности в тех случаях, когда прыжок совершается с небольшой высоты, а

у зрителя нужно вызвать ощущение продолжительности падения (мы привыкли оценивать высоту падения по времени падения). Примеры: «Мы из Кронштадта», «Цирк» и другие фильмы.

Движения, снятые с увеличенной скоростью, при проекции на экране кажутся чрезвычайно плавными, изящными, в силу чего методом рапидсъемки очень часто фиксируют балетные, акробатические и спортивные номера, искусственно увеличивая таким путем грациозность движений актеров.

§ 109. ОБРАТНАЯ СЪЕМКА

Обратная съемка заключается в том, что ручку камеры вращают в обратном направлении, а пленка в аппарате будет итти из приемной кассеты в подающую. В проекционном же аппарате пленка всегда движется только в одном направлении — вперед. Поэтому на экране сцены, снятые обратной съемкой, будут показываться в обратном порядке: брошенная актером в воду щука «выпрыгнет» из воды и попадет прямо в руки актера, опрокинутая и рассыпанная поленница дров сама будет складываться и т. п. («По щучьему велению»).

Обратная съемка не сложна, но она требует большого внимания со стороны оператора.

Очень часто в игровых фильмах обратная и в то же время замедленная съемка освобождает актеров от опасных и рискованных положений.

Подобные приемы съемки чаще применяются в сочетании друг с другом (обратная и замедленная, обратная и ускоренная и т. п.).

Обратной съемкой (иногда в сочетании с замедленной) снимаются всевозможные столкновения поездов, автомобилей, наезды автомобилей на людей, на стены домов, стремительные удары кулаком в лицо, прокалывание людей и т. п. Разобранные выше трюки, выполняемые с помощью съемочной камеры, часто встречаются в производственной практике и в значительной степени облегчают и делают более безопасной игру актера во всевозможных опасных сценах боев, катастроф, драк и т. п.

ТРЮКИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ ОБЪЕКТИВА И ОБТЮРАТОРА СЪЕМОЧНОЙ КАМЕРЫ

К этой группе принадлежат: *а*) постепенные исчезновения и появления изображений из темноты («в затемнение» и «из затемнения»); *б*) постепенные замены сцен, декораций, актеров и т. п. («наплывы»); *в*) постепенные появления и исчезновения в кадре отдельных актеров, деталей декорации, обстановки и пр.; *г*) появление изображения из нерезкости или уход его в нерезкость; *д*) перспективные искажения и т. п.

§ 110. ЗАТЕМНЕНИЯ. НАПЛЫВЫ

Техническая сущность этих приемов разобрана нами выше в разделе «Основы техники съемки». Поэтому здесь просто укажем, что трюки (*а*)

осуществляются простым закрыванием или открыванием щели обтюратора во время вращения механизмов съемочной камеры. Трюки же (*б* и *в*) осуществляются с помощью «наплывов».

С помощью наплыва получают постепенное превращение одного предмета в другой или постепенный переход (замену) одной снимаемой сцены в другую, причем первая из них постепенно исчезает, а одновременно с этим вместо нее, постепенно уплотняясь, появляется другая сцена.

Если снять актера на фоне комнаты, а затем, не передвигая аппарата, наплывом снять ту же комнату без актера, то на экране зритель увидит, как актер постепенно исчезает. Так сняты все постепенные исчезновения, появления и превращения в фильмах «Нибелунги», «Багдадский вор», «Человек-невидимка» (финальная сцена с «материализацией» тела умершего человека-невидимки) и др.

§ 111. МЕТОДЫ КИНОСЪЕМКИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ПОЛЕЗНЫЙ УГОЛ ЗРЕНИЯ ОБЪЕКТИВА

Зритель на экране видит только то поле, которое охватывает полезный угол зрения объектива, примененного для съемки данной сцены. Поэтому для различных трюковых съемок иногда используют этот полезный угол объектива и связанную с ним способность передавать перспективу, причем в данном случае будут иметь место следующие четыре технические возможности:

а) изолированность на экране снимаемой сцены от окружающей истинной обстановки;

б) перспективные искажения, даваемые короткофокусной оптикой;

в) искажения наклонов линии горизонта;

г) перспективные совмещения рисунков и макетов с декорацией и натурой.

Во время съемок в пределах полезного угла объектива размещают только то, что должен увидеть зритель, и за его границами — все остальное (осветительные приборы, технические сооружения и т. п.).

Во многих комедиях Гарольда Ллойда, в фильме «Небоскребы» и других герои бесстрашно играют на узких балках постройки, за которыми внизу видна улица. На экране зритель не видит, что во всех подобных съемках внизу, сейчас же за нижней границей полезного угла зрения, помещались специально выстроенные предохранительные сетки, матрацы и т. п.

На рис. 123 показаны кадры из комедии «Галоша № 18», на которых виден герой фильма (отнюдь не трюковой артист), висящий в воздухе на якоре «пролетающего» над Москвой аэростата. Техника этой «воздушной» съемки показана на том же рисунке.

Ограниченность полезного угла зрения объектива позволяет скрывать не только различные дополнительные приспособления, но и людей. Часто в фильмах видны кадры, снятые на движении, с мчащихся автомобилей,

мотоциклов, самолетов и т. п., причем обычно в этих случаях оператор с камерой едет на этой же машине. В тех случаях, когда актер не умеет управлять автомобилем или самолетом (как это было в фильме «Летчики»), для них в пределах полезного угла зрения на машине строится специальная кабина фальшивого управления, за которое и садится актер; настоящее управление с ведущим самолет летчиком находится за границами кадра.

Используя сильно короткофокусную оптику, которая дает на снимке преувеличенную перспективу, можно получить:

а) преувеличенные размеры людей и предметов, расположенных на переднем плане (великаны) и преуменьшенные размеры их на заднем (карлики);

б) неестественное увеличение какой-то части тела актера или предмета при его приближении к объективу;

в) преувеличение высоты, с которой совершаются прыжки или падения;

г) использование преувеличенной перспективы для съемки небольших декораций, которые на экране будут выглядеть грандиозными.



Рис. 123. Герой фильма «Галоша № 18» совершает «полет» над Москвой на якоре аэростата. Справа — рабочие моменты этих съемок

В первом случае (*а*) эффект карликов и великанов является следствием визуальной разницы размеров на снимке одинаковых в природе предметов.

Для примера разберем следующий случай съемки двух людей одинакового роста (для простоты расчетов будем считать, что их высота $A = A_1 = 2$ *м*) объективом с $F = 25$ *мм* $= 0{,}025$ *м*, причем первый из них находится на удалении от аппарата в 2 *м* ($L = 2$ *м*), а второй — на 10 *м* ($L_1 = 10$ *м*). Известно, что линейные размеры снимаемых объектов на кадрике (*а*) определяются по формуле:

$$a = \frac{F}{L} \cdot A.$$

Определяем по ней соответствующие размеры первого актера (a_1).

$$a_1 = \frac{F}{L} \cdot A = \frac{0{,}025}{2} \cdot 2 = 0{,}025 \text{ м, или } 25 \text{ мм.}$$

Другими словами, актер будет снят настолько крупно, что полностью не сможет поместиться в кадре, а будет заснят примерно до колен.

Высота изображения второго актера на кадрике будет:

$$a_2 = \frac{F}{L_1} \cdot A_1 = \frac{0{,}025}{10} \cdot 2 = 0{,}005 \text{ м, или } 5 \text{ мм.}$$

Следовательно, второй актер на экране будет в пять раз меньше, чем первый. Умелым расположением актеров на нейтральном фоне (чаще всего на фоне черного бархата) с линией горизонта ниже кадровой черты и без промежуточных предметов, выдающих истинное расстояние между ними, их можно соединять в кадре так, что зритель увидит великана и карлика. Этот способ хорошо использован в фильмах «26 комиссаров», «Каторга» и др.

Во втором случае (группа *б*), если объект, снимаемый короткофокусным объективом, приближается к камере вдоль главной оптической оси, то происходит эффект неестественного увеличения его передних частей. Анализ приведенной выше формулы показывает, что при съемке одного и того же приближающегося объекта, когда значения F и A остаются постоянными, размеры изображения на кадре (группа *а*) будут изменяться в зависимости от изменения L по закону гиперболы.

В своем курсе «Киноперспектива» проф. Н. А. Рынин доказывает, что при движении предмета вдоль главного луча (главной оптической оси) скорость изменения перспективы прямо пропорциональна скорости движения предмета и обратно пропорциональна квадрату удаления предмета от оптического центра объектива. В данном случае ускорение изменения перспективы будет происходить прямо пропорционально квадрату скорости движения предмета и обратно пропорционально кубу удаления предмета от объекта.

Используя преувеличенную перспективу, даваемую короткофокусной оптикой, достигают эффекта преувеличения и высоты, с которой совершаются прыжки и падения (группа *в*). В этом случае на кадриках падающий в пропасть актер быстро уменьшается в своих размерах, и поэтому высота падения кажется зрителю значительно больше истинной, так как он (зритель) привык в повседневной жизни увязывать сильное уменьшение размеров одного и того же предмета с его перемещением на большие расстояния.

Обычно подобные съемки производятся с некоторым ускорением, чтобы дать зрителю и еще один фактор «узнавания» расстояния — время падения актера или предмета (примеры: сцены расстрела матросов в «Мы из Кронштадта», прыжки Б. Кэтон в фильме «Наше гостеприимство» и в других).

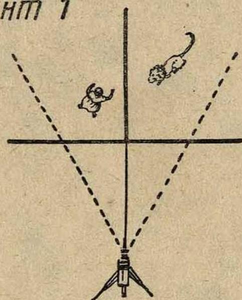
Наконец, последний раздел (группа *г*) подобных съемок короткофокусной оптикой, когда, используя преувеличенную перспективу при съемке декораций малых размеров, на экране получают их более грандиозными. Иногда для усиления эффекта строится специальная декорация также с преувеличенной перспективой, в которой актеры расставляются по росту: более высокие — ближе к аппарату, низкие — на задний план. Подобные съемки, не сказываясь на качестве картины, позволяют иногда вдвое или даже втрое уменьшать занятую под декорацию площадь ателье.

В связи с постановлением СНК СССР от 28/III 1938 г. «Об улучшении организации производства кинокартин», в котором указывается на необходимость более рационального использования площадей павильона и

уменьшения объема декораций, этот метод, а также методы дорисовки и домакечивания декораций приобретают особо важное производственное значение.

Довольно часто в кинематографической практике, в особенности при съемке приключенческих картин, применяются наклоны съемочной камеры (завал), благодаря чему происходят искажения линии горизонта, ориентирующего зрителя.

Путем того или иного наклона камеры вбок можно увеличить визуальную крутизну склонов гор, по которым пробираются люди, всадники и т. п. Много таких кадров было в картинах «Джульбарс», «Октябрь», «Зелим хан» и др. Однако здесь нужно тщательно следить за тем, чтобы в кадре не было



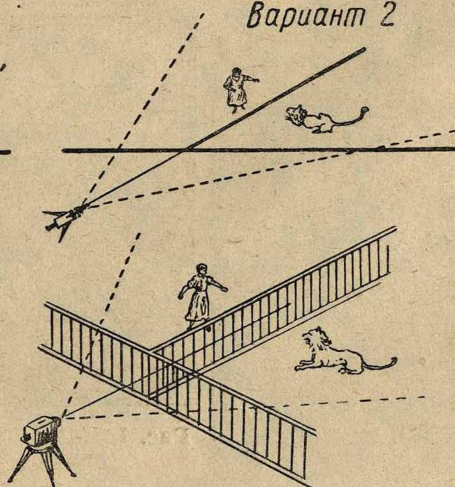


Рис. 124. Перспективное совмещение при съемке фильма «Цирк»

деталей, выдающих истинное направление горизонталей и вертикалей (облаков на небе, построек и т. п.).

Наиболее распространенными в настоящее время съемками этой группы трюков являются перспективные совмещения в одном кадре нескольких несовместимых по своим размерам съемочных объектов.

Примером такого перспективного совмещения могут служить некоторые кадры из фильма «Цирк», на которых показано, как неудачливый герой, случайно попавший в клетку со львами, сражается с ними. Для съемки общих планов клетка, в которой должны были сниматься львы и актер, разделялась дополнительной решеткой, установленной строго по линии главной оптической оси объектива (рис. 124), сзади одного из прутьев основной клетки, который и закрывал от зрителей эту дополнительную перегородку, отделявшую зверей от актера.

В других съемках подобных кадров перед объективом съемочной камеры помещался макет снимаемой части главной решетки клетки со львами. Каждый прут макетной решетки в перспективе полностью закрывал собой соответствующий прут настоящей клетки. Поэтому, когда между

этой макетной решеткой и решеткой клетки со львами работал актер, то зрителю казалось, что он находится внутри клетки со зверем.

Прекрасным образцом перспективных совмещений является фильм «Золотой ключик», целиком построенный на использовании этого трюкового приема. Во время съемок актеры, игравшие роли людей нормального роста, располагались ближе к аппарату в декорациях нормальных размеров. Сквозь вырезы в этой декорации объектив съемочной камеры «видел» расположенные значительно дальше пропорционально увеличенные нехватающие части декорации, среди которых играли актеры, изображавшие маленьких кукол (рис. 125 и рис. 126).

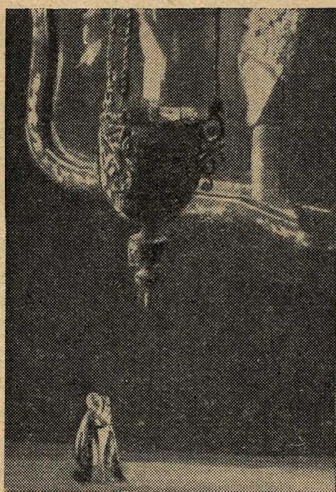




Рис. 125. Перспективное совмещение в кадре различно удаленных объектов съемки

§ 112. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОВМЕЩЕНИЯ РИСУНКА ИЛИ МАКЕТА С ДЕКОРАЦИЕЙ

Перспективное совмещение рисунка, сделанного на плоском стекле, с декорацией, выстроенной в натуре, где размещаются играющие актеры, довольно часто применялось на кинопроизводстве.

Стекло с нарисованным изображением или с фотодиапозитивом соответствующих размеров устанавливается на расстоянии 1,5—2 *м* от объектива съемочной камеры и освещается ровным и мягким светом. Иногда для большей перспективности и глубины рисованного изображения пользуются несколькими стеклами с рисунками, установленными друг за другом на расстоянии 25—30 *см*. Самым трудным моментом в этой съемке является правильное освещение стекла с рисунком и декорации.

Вместо рисованных на стекле декораций применяют перспективное совмещенине макета, расположенного вблизи от камеры, с выстроенной вдали декорацией или натурой. Геометрически точно выстроенный макет (размером до 3—4 *м*) устанавливается перед объективом камеры в пределах полезного поля съемки (обычно на удалении 1,5—3 *м*). В просветах

этого макета на соответствующих расстояниях строится настоящая декорация, которая с точки зрения объектива камеры должна перспективно сливаться с макетом.

Последнее время этот способ перспективного совмещения макета с декорацией получил особенно широкое распространение главным образом в Америке. Иногда таким же перспективным совмещением макета с декорацией снимается потолок, обычно отсутствующий в кинодекорациях. Подобные съемки применяются и в СССР. Например, в фильме «Цирк» де-



Рис. 126. Перспективное совмещение в фильме «Золотой ключик» (рабочий момент)

корации цирка были построены лишь до высоты амфитеатра. Все остальное (галерка, часть оркестра и самый верх — шатер) было изготовлено в виде макета размером в 1,5 *м*. Этот макет подвешивался на удалении 2 *м* от объектива так, чтобы нижние галереи макетной модели перспективно совпадали с верхними рядами амфитеатра цирка, построенного в натуральную величину и находящегося на большом удалении от камеры. Так снимались внутренний вид цирка и его наружный фасад для этой картины, мюзик-холл и Большой театр для «Веселых ребят» (рис.127), фильм «Космический рейс», харчевня в «Золотом ключике» и многие другие фильмы.

При совмещении макета с декорацией масштаб макета определяется по формуле:

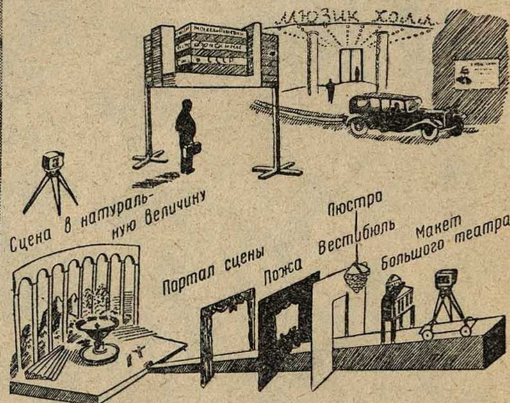
$$S=\frac{N}{D},$$

где N — расстояние от съемочной камеры до макета и D — расстояние от аппарата до декорации.

Для одной из картин была снята этим способом железнодорожная катастрофа. Зритель на экране видел, как по линии железной дороги мчится поезд, видел взрыв его, видел как разбитый паровоз и вагоны падают под откос, а из окна упавшего вагона выскакивают люди и бегут вперед.

Снято все это было чрезвычайно просто (рис. 128). На натуре, возле железнодорожного полотна, устанавливалась съемочная камера K, перед которой на расстоянии 3—4 *м* от объектива помещался макет M (в $^1/_7$ натуральной величины) того же железнодорожного полотна.





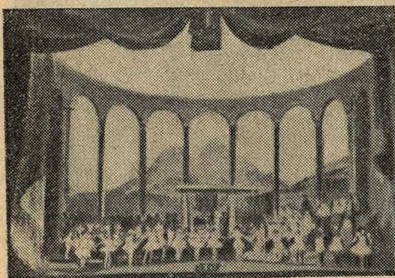


Рис. 127. Кадры и схемы их съемки из фильма «Веселые ребята». Сверху — вход в «Мюзик-холл»; внизу — схема финального проезда аппарата из Большого театра

Макет располагался так, чтобы его рельсы в точности совпадали в перспективе с рельсами настоящей железной дороги, полностью закрывая их. В нужной точке A макетного полотна железной дороги был заложен фугас из 100 *г* охотничьего пороха и 50 *г* магния, который можно было взорвать электрическим запалом от батареи $Б$. Вначале снимается настоящий поезд, идущий по рельсам. Когда он дойдет до такого места своего пути, которое для камеры перспективно совпадает с точкой A макета, то взрывается фугас, и его дым скрывает настоящий поезд. Съемка прекращается, и на макетное полотно ставятся макетные вагоны и паровоз. Затем, снимая ускоренно, их опрокидывают в сторону камеры.

После этого съемка опять останавливается. Модели вагонов, имевшие длину в 1 *м* 30 *см*, располагались на удалении от объектива в 6 *м* и за правым вагоном, имевшим в центральной части вырез; на удалении от него

в 15 *м* ставился задник с вагонным окном в натуральную величину. В перспективе он сливался с вырезом вагона в одно целое. Поэтому, когда из окна задника выскакивали люди и бежали вперед на аппарат, а за макетами вагонов по настоящей железнодорожной насыпи бежали люди, то зрителю казалось, что люди бегают возле макетных вагонов. Рис. 129 показывает схемы этой съемки и ее результаты, которые видит на экране зритель.

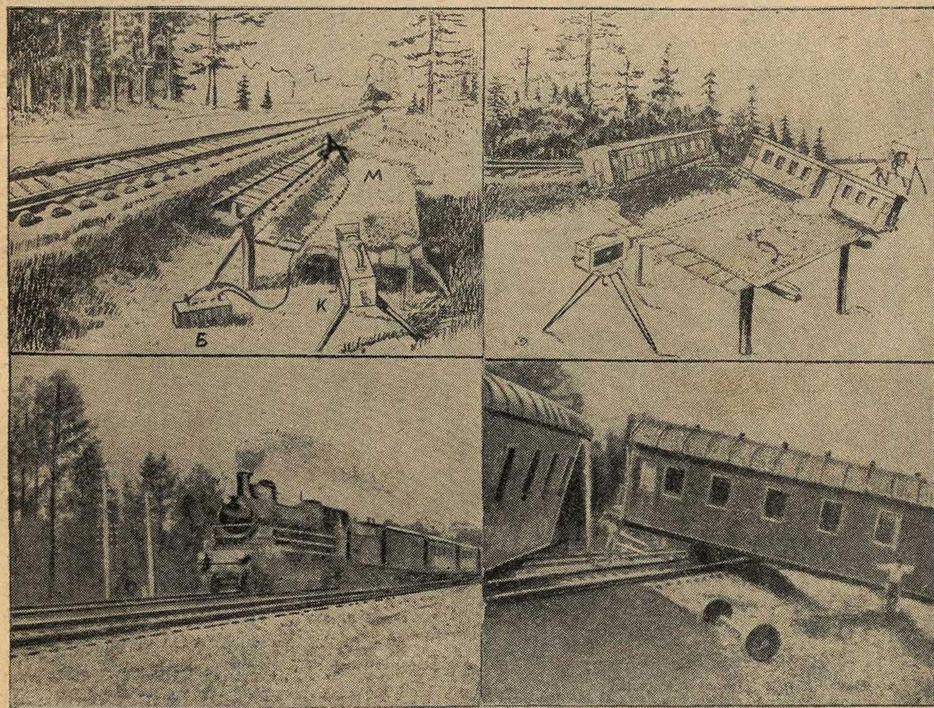


Рис. 128. Перспективное совмещение макета с натурой. Сверху — схемы съемок; внизу — результат, показываемый на экране

В другом случае в картине «Горизонт» при помощи макетной достройки, помещенной на расстоянии 1,5 *м* от объектива камеры, обыкновенные московские дома были превращены в улицу небоскребов. Первая деталь макета была сделана в $^1/_{40}$ натуральной величины, последующие в более мелком масштабе. Общий вид этой макетной насадки и результаты съемки показаны на рис. 129.

Способ перспективного совмещения макета с натурой или с декорацией («макетно-комбинированная съемка» или, как ее называют на кинопроизводстве — с п о с о б «д о м а к е ч и в а н и я» д е к о р а ц и й) в настоящее время является наиболее интересным для кинопроизводства, принятым и в СССР и за границей. Последнее время серьезным конкурентом этому способу явился более простой м е т о д д о р и с о в к и, который,

однако, не может целиком заменить его. Наилучшие производственные результаты показал метод совмещения макета с натурой Никитченко и метод последующего «домакечивания» кадра Карюкова.

§ 113. МНОГОКРАТНЫЕ ЭКСПОЗИЦИИ. КОМБИНИРОВАННЫЕ КАДРЫ

Двойной или многократной экспозицией называется такая съемка, когда на одни и те же части кадриков последовательно снимают два или больше сюжета. Именно таким способом раньше снимались всевозможные «привидения» и так называемые «визионы». Изменяя в ту или иную сторону продолжительность первой и второй экспозиций, можно добиваться большей или меньшей степени их реальности или эфемерности (рис. 130).

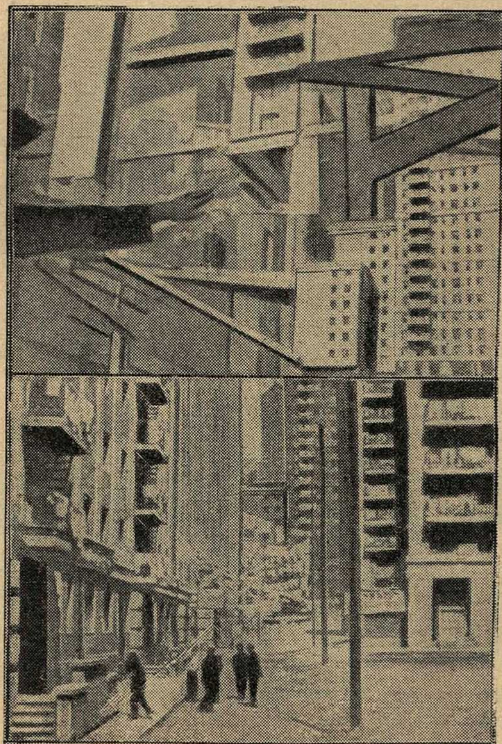


Рис. 129. Перспективное совмещение макета с натурой в фильме «Горизонт»

При многократных экспозициях нужно умело сочетать масштаб съемки обоих объектов (плохо соединяются схожие объекты, снятые в одном масштабе, хорошо — крупные планы на фоне общих и т. п.) и их тональность (обычно вторая экспозиция снимается на затемненных участках кадра первой экспозиции, причем на них должны отсутствовать ярко освещенные белые детали и пятна, отвлекающие внимание зрителей). Чаще всего при многократной экспозиции только первую съемку ведут в декорациях, а последующие — на фоне черного бархата.

Вставляя перед объективом «маски» или сзади него перед экспозиционным окошком с пленкой особые непрозрачные заслонки («кашэ»), получают возможность снимать не на весь кадр, а заполнять изображением только часть его поверхности с тем, чтобы потом, во время второй съемки, снять на свободный участок другой объект.

Результат подобной съемки называется комбинированным кадром, так как в ней вся поверхность кадра будет занята изображением только после двух или большего количества съемок, причем во время каждой из этих съемок действию лучей света подвергнутся разные участки

эмульсионного слоя одних и тех же кадриков (а не одних и тех же участков пленки, что имеет место при многократной экспозиции).

Иногда подобную съемку называют «съемкой с кашэ».

В результате использования этого простого приема съемки одного кадра по частям получаются, например, трюки двойников, когда один и тот же актер в одном кадре играет сам с собой.



Рис. 130. Многократные экспозиции и комбинированные кадры. Сверху (справа) многократная экспозиция (первая экспозиция — улица и автомобили; вторая экспозиция — голова актера; третья экспозиция — гармошка); слева — комбинированные кадры, снятые с помощью кашэ: (белыми линиями показаны границы масок); внизу (справа) — установка маски (кашэ) перед объективом съемочной камеры

Кадры, в которых артист одновременно исполняет две роли, снимаются так: в экспозиционное окошечко съемочного аппарата или перед объективом устанавливается непрозрачная маска или кашэ, которая закрывает какую-нибудь часть кадрика. На открытой части пленки производится съемка одной части действия, после чего, не передвигая камеры, экспонированная пленка при закрытом обтюраторе перематывается обратно. Прежнее кашэ вынимается и заменяется новым, допол-

нительным, которое в точности должно закрывать собой ту часть кадра, на которой была уже снята первая часть изображения, и открывать доступ света к неэкспонированным местам.

После этого производится вторая съемка и т. д. (рис. 130).

Во время производства подобных съемок нужно следить за точностью пригонки границ, взаимно дополняющих кашэ, и за их удалением от объектива, которую приходится каждый раз находить практически[1]. Лучше всего, когда граница кашэ совпадает с какой-нибудь темной деталью на заднем фоне, так как это гарантирует отсутствие линии раздела.

Для того чтобы увязать игру актеров с их невидимыми (хотя и снятыми на пленку) партнерами, применяется игра под метроном, по тактам, под счет и т. п. Для того чтобы не ошибиться в каком-нибудь движении (например, надо прикурить у своего двойника папиросу), в нужном месте натягивается тонкая черная нитка с узелком; на снимке она не выйдет, но актер хорошо видит ее во время игры перед аппаратом.

Интересно использование кашэ для безопасной съемки «опасных» трюков: при первой съемке оно закрывает предохранительные приспособления, а при второй съемке оно убирается, а аппарат фиксирует фон. Таким же способом легко снять опасные сцены со зверями: их снимают без актера на одной части кадрика, а затем на другой части снимают актера без зверей.

Подобным же образом можно снимать карликов и великанов. Иногда снимают комбинированные кадры, состоящие не из двух незаметных зрителю съемок, а из значительно большего количества различных действий, объединенных по смыслу. Особенно большое производственное значение съемки с кашэ имеют при использовании их для получения комбинированных кадров по методу последующей дорисовки кадра.

§ 114. ТРАНСПАРАНТНАЯ СЪЕМКА

В конце 1927 г. американский оператор Додж Даннинг, а вскоре и другой оператор Рой Померой патентуют новые методы комбинированных съемок, которые в настоящее время часто применяются на производстве под названием транспарантной съемки.

Этот метод съемки открыл перед кинематографистами целый ряд производственных возможностей, например: снимать в павильоне действие на фоне настоящего моря, джунглей, арктического пейзажа, облаков и т. п., не выходя из стен киностудии. Навряд ли многие знают, что подобные кадры в картинах «Аэроград», «У самого синего моря», «Веселые ребята», «Цирк», «Летчики», «Дети капитана Гранта», «Тайна погибшего корабля», «Новый

[1] Величина так называемой переходной зоны AB (зоны деградации), образующейся по краям кашэ, зависит от диаметра действующего отверстия объектива d (чем больше задиафрагмирован объектив, тем меньше зона), от расстояния D от кашэ до объекта и от расстояния af от кашэ до объектива. Определяется величина зоны деградации по формуле: $AB = \frac{D \cdot d}{af}$, так как $\frac{AB}{d} = \frac{D}{af}$.

Гулливер» и целый ряд других снимались «транспарантным методом». Этот способ съемки позволяет вводить в ранее снятую обстановку и действие новых актеров, предметы и т. п. Сущность транспарантного метода схематически показана на рис. 131.

Камера, предназначенная для транспарантной съемки, должна обладать двумя подающими и двумя принимающими кассетами: в первой паре кассет *В* — в отделениях, обозначенных буквой *П*, помещается готовый позитивный отпечаток со съемки того фона или обстановки, в которую хотят ввести необходимых действующих лиц.

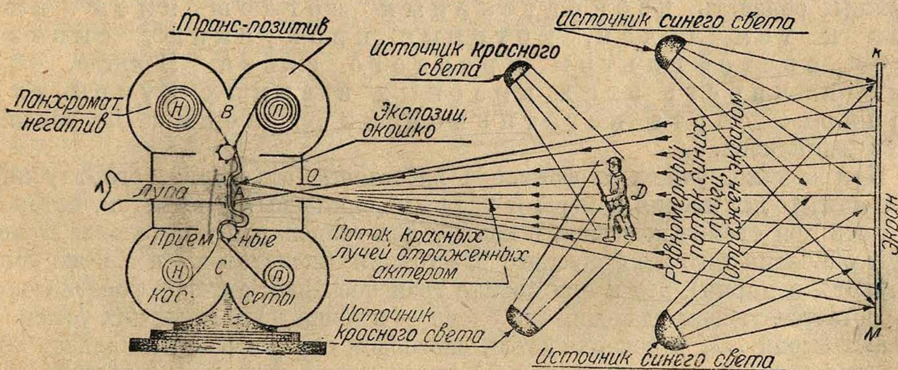


Рис. 131. Схема транспарантной съемки

Этот отпечаток носит название транспозитива и является тем транспарантом, сквозь который производится съемка.

Транспозитив приготовляется из хорошо отпечатанного и проявленного позитива, который должен быть идеально чистым, прозрачным и равномерным по плотности на всей длине куска. Позитив отбеливается в специальном растворе, после чего пленка промывается в воде и погружается в раствор анилиновых красителей соответствующего цвета, дополнительного к цвету экрана *КМ*.

В СССР (в Москве, Киеве и Ленинграде) работают со следующими парами дополнительных цветов: красный — сине-зеленый; оранжевый — голубой; фиолетовый — желтый и т. п., в зависимости от чего изменяется окраска транспозитива, экрана (фона) и светофильтров для источников света. На рис. 131 показана схема для оранжево-красных (красных) и сине-зеленых (синих) лучей света.

Плотность транспозитива должна быть увязана с изображенным на нем сюжетом и с яркостью освещения экрана (фона), актеров, а также с чувствительностью и контрастностью негативной пленки.

Во второй паре кассет *Н* помещается чистая негативная панхроматическая пленка.

Обе пленки сложены вместе своими эмульсионными сторонами и передвигаются в экспозиционном окошке одновременно и неподвижно по отношению друг к другу.

Специальные камеры для съемки транспарантным методом выпущены за границей различными фирмами, среди которых следует отметить четырехкассетную камеру «Митчелл» и «Бэлл-Хауэлл».

В наиболее распространенном способе транспозитив *П* обычно отвирирован в красный цвет (точнее — в оранжево-красный), т. е. его изображение окрашено в красный цвет со строго определенным избирательным поглощением, полностью соответствующим избирательному поглощению фильтров, которыми закрыты источники красного света. Светлые же части кадриков позитива остаются бесцветными.

Следует отметить, что светофильтры, необходимые для источников сине-зеленого света, обычно применяемые в наиболее распространенном методе, должны обладать избирательным поглощением как раз к тем лучам, которые пропускают сквозь себя светофильтры красного света. Понятно, что актиничность этих красных и синих лучей для данного сорта негативной кинопленки *Н* должна быть одинакова.

При съемке, учитывая фокусное расстояние объектива, его глубину резкости, точку зрения камеры и удаление снимаемых предметов, которое имелось при съемке позитива, в камеру для транспарантной съемки вставляют объектив того же фокусного расстояния (желательно и той же конструкции и марки), что и при съемке транспозитива; актеров располагают на соответствующем удалении (на схеме — в точке *Д*) и сзади них устанавливают экран *КМ* с поверхностью, способной отражать максимальное количество тех (обычно сине-зеленых) лучей, которыми он освещается.

Этот экран *КМ* освещается (а следовательно, и отражает в сторону объектива) только сине-зелеными лучами от источников света с соответствующими светофильтрами (обычно для этого применяются источники ртутного света). Актеры *Д* освещаются полуваттными лампами, прикрытыми красными светофильтрами и отражают в объектив и дальше на пленку только красные лучи, способные беспрепятственно пройти сквозь все части транспозитива.

Таким образом во время съемки в объектив будут итти два самостоятельных потока света: поток равномерного сине-зеленого света, идущего от экрана *МК* и поток переменной яркости красного света, идущий от актеров *Д*, расположенных впереди.

Изображение снимающихся актеров *Д*, образованное лишь отраженным от объекта съемки красными лучами, свободно пройдет сквозь все части окрашенного в красный цвет прозрачного транспозитива и даст на негативной пленке *Н* соответствующий им негативный снимок игры актеров.

Следовательно, при помощи красных лучей будут сняты на негативе только актеры *Д*, а все окружающие их части кадра будут сниматься только с помощью сине-зеленого света.

В самом деле, равномерный поток отраженного от экрана *КМ* сине-зеленого света, падая в объектив *О* и дальше через экспозиционное окошко *А* и через красный позитив *П* на светочувствительный слой негатива *Н*

будет заслоняться фигурой актера *Д*. Поэтому на те части кадра, на которые уже подействовали красные лучи, сине-зеленые лучи попадать не будут. Во всех же остальных местах, где красные лучи не действовали, на негативную пленку *Н* будет падать поток сине-зеленых лучей, который должен предварительно пройти сквозь кадрик транспозитива *П*.

Эти сине-зеленые лучи смогут проходить сквозь транспозитив *П* только в неокрашенных его частях. На тех же участках, где имеется красное изображение позитива той или иной плотности, они в той или иной степени будут поглощаться красной окраской, в результате чего сине-зеленые лучи, прошедшие сквозь позитив *П*, дадут на негативной пленке *Н* негативное изображение этого транспозитива.

В конечном результате на негативной пленке *Н* получится как бы комбинированный кадр, одна часть которого заснята с помощью красных лучей (актеры), а другая — с помощью сине-зеленых лучей.

После проявки этого комбинированного негатива копии (позитивы) с него печатаются нормальным порядком.

Несмотря на кажущуюся простоту съемки, транспарантный метод представляет целый ряд технических трудностей (изготовление транспозитива, точность работы грейферного механизма камеры, стойкость красителей для светофильтров и т. п.).

К числу достоинств транспарантного метода съемки нужно отнести возможность вводить дополнительно снимаемых действующих лиц внутрь и вглубь ранее снятого кадрика. Известным минусом метода транспаранта является то, что снимающиеся актеры не видят того действия, в котором они участвуют, им приходится работать только под диктовку и по указаниям оператора, который видит их вместе с транспозитивом во время съемки через лупу.

§ 115. РИРПРОЕКЦИЯ

Метод рирпроекции состоит в том, что вместо заднего фона декорации устанавливается полупрозрачный экран достаточно больших размеров, на котором с противоположной съемочной камере стороны проецируется специально снятый фильм, изображающий требуемый фон или действие (рис. 132). Между этим экраном с проецируемым на нем изображением заднего фона и съемочной камерой располагаются действующие лица и снимаемые предметы (обычно не ближе 2—3 *м* от экрана), которые освещаются обычными источниками света(чаще всего полуваттными).

Во время съемки камера и проектор работают синхронно (с одинаковой скоростью) и синфазно, т. е. так, чтобы обтюраторы съемочной камеры и проектора работали совершенно одинаково; для этого служит специальное синхронизирующее устройство.

Во время съемки по методу рирпроекции можно использовать ранее снятые фоны и какое-нибудь действие лишь как задний план, фон, перед которым всегда будут размещаться действующие лица. Вводить же актера внутрь ранее снятого действия, что позволяет делать транспарантный метод, рирпроекция не дает.

При первом использовании метода рирпроекции (1911—1914 гг.) ограничивались съемкой проекции фона на небольшой экран из матового стекла, шелка или кальки, который вводился в нужное место декорации (окно вагона, автомобиля и т. п.). Для проекции на таких небольших экранах применялись обычные проекторы с нормальными источниками света. В настоящее время метод рирпроекции чаще всего применяется для полной замены всего заднего фона (рис. 133).

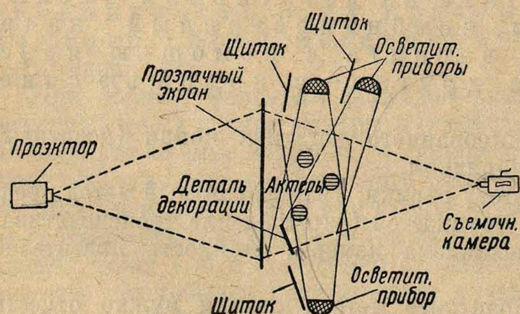


Рис. 132. Принципиальная схема рирпроекции



Рис. 133. Образец кадра, снятого по методу рирпроекции. Динамический фон улицы проецировался на экране, перед которым находились четыре артиста и фонарный столб

Первой и наиболее трудной задачей при создании технического оборудования для метода рирпроекции явилось получение полупрозрачных экранов крупных размеров для проекции «на просвет» (1928 г.). Подобные экраны кроме однородности своей структуры, отсутствия швов и прозрачности должны еще обладать такими светорассеивающими способностями, чтобы световой поток после прохождения слоя экрана равномерно рассеивался во все стороны.

На рис. 134 дана схема рассеивания света идеальным экраном и обычным. В первом случае яркость всех частей экрана, снимаемого камерой, будет совершенно одинаковой, в то время как во втором случае яркость краевых частей экрана, снимаемых под некоторым углом к падающему на него лучу, будет несколько ниже, чем яркость центральной части. Кроме того, освещенность экрана проектором также будет неравномерной. Исследования яркости светового изображения на экране при методе рирпроекции, проведенные в НИКФИ, показали, что даже падение яркости к краям экрана на 50—55% не вызывало заметного ухудшения изображения.

Вторым основным качеством, которым должен обладать экран для рирпроекции, является его светопроницаемость, которая практически находится в известной обратной зависимости от его светорассеивающей способности.

Для установки по методу рирпроекции в НИКФИ был изготовлен из полотна, пропитанного специальным составом, экран размером 3×4 *м*. Светотехнические данные этого экрана, давшего на производстве хорошие результаты, приведены в табл. 34.

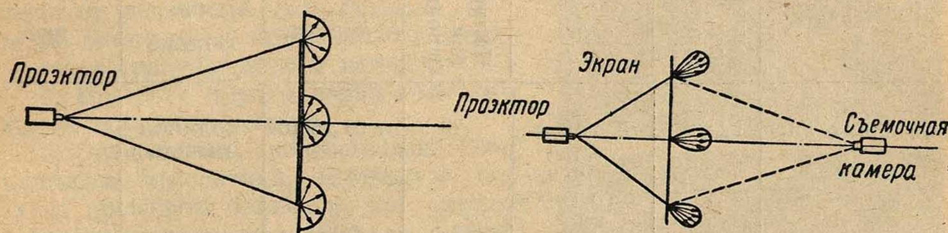


Рис. 134. Схема рассеивания света идеальным (слева) и обычным (справа) экранами

Таблица 34

Светотехнические данные экрана НИКФИ для рирпроекции

Угол падения луча на экран	0°	5°	15°	2[illegible]°	35°	45°
Яркость (в %)	100	93	87	76	64	53
Коэфициент прозрачности экрана	0,67	0,62	0,58	0,51	0,43	0,35

В американских ателье для рирпроекции применяются большие экраны (размером 4×6 *м* и больше), сделанные из целлулоида. Целлулоидный экран представляет известную пожарную опасность, поэтому сейчас в Америке на смену ему пришли экраны, сделанные из несгораемого и прозрачного целлофана, из желатины и из специальных лаков для ткани, обладающих достаточно хорошими светорассеивающими свойствами.

Для метода рирпроекции применяются специальные проекторы, отличающиеся от обычных устойчивостью установки, очень мощным источником света (обычно дуга интенсивного горения) и большой точностью работы лентопротяжного механизма (качание кадрика пленки в проекционном окошке не свыше 8 микрон).

В табл. 35 (стр. 244) приведены данные о некоторых проекционных установках для метода рирпроекции.

Для того чтобы избежать качания изображения, проецируемого на экран, в особенности легко замечаемого зрителем, если показываются статические кадры, изображающие архитектуру, спокойную природу и т. п., проекционная установка для метода рирпроекции монтируется на устойчивом штативе, покоящемся на бетонном основании. Сам проектор в американских установках снабжается фильмовым каналом с прижимной рамкой, грейфером и юстирующими контргрейферами, взятыми со съемоч-

Таблица 35

Данные проекционных установок для рирпроекции

Конструкции	Максимальный размер экрана (в метрах)	Источник света	Напряжение (в вольтах)	Сила тока (в амперах)	Охлаждение фильма	Примечание
Джордж Тигг	4×6	Дуговая лампа интенсивного горения	78	от 90 до 180	Водяная кювета	
Ньюмен . . .	4×6	Точечная лампа накаливания	78	от 90 до 190	Воздушное	Полная стоимость всей установки 6 000 долл.
НИКФИ . . .	3×4	Дуговая лампа интенсивного горения	78—80—85	от 150 до 180	Воздушное	Освещенность до 2 200 *лк*
„Мосфильм“ .	4×6	То же	78—80—85	от 60 до 180	Воздушное	

ного аппарата «Бэл-Хауэлл»; иногда вводится особо точно изготовленная мальтийская система типа «Супер-Симплекс».

Для метода рирпроекции следует пользоваться специально снятыми (обычно наиболее точно работающей камерой «Митчелл») фильмами на особо мелкозернистой пленке «Кодак», выпущенной специально для этого метода. Проявление проводится только на машинах и в мелкозернистом проявителе. Негатив должен быть идеально чистым. Печать позитива ведется на точно работающем копировальном аппарате на свежеперфорированной специальной позитивной пленке, выпускаемой для метода рирпроекции, и обрабатывается также на проявочных машинах. Печать позитива для этого метода ведется несколько слабее, чем обычно.

Актеры располагаются перед экраном и освещаются так, чтобы на экран с проецируемым изображением как можно меньше попадало света от осветительных агрегатов (допускается засветка экрана до 30% его освещенности от проекции). Практика показывает, что лучше всего снимаемые объекты освещать боковым светом, а экран по бокам (на расстоянии 2—3 *м*) от него завешивать черным сукном или ставить деревянные щитки (рис. 132).

Основными достоинствами способа рирпроекции являются:

1. Возможность съемки в павильоне действий, развертывающихся на любом динамическом натурном фоне (в том числе и синхронной звуковой). Примеры: сцены проезда В. И. Ленина в трамвае и погоня на грузовике в фильме «Ленин в Октябре»; бой Руслана с Черномором и их полет в фильме «Руслан и Людмила»; ряд сцен в картине «Волга-Волга» и в других фильмах.

2. Снимающиеся актеры в и д я т все действие на экране и поэтому им

легче согласовывать с ним свою игру, чем при съемке по транспарантному методу.

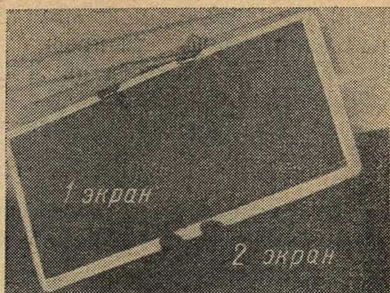
3. Освещение актеров производится обыкновенным белым светом, что избавляет от искажений цветопередачи, которые имеют место при съемке цветных объектов транспарантным методом.

4. Простоту выравнивания освещенностей экрана и актеров.

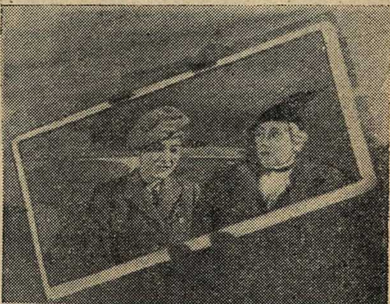
5. Возможность пользоваться бесплатными массовками, снятыми с натуры, проводить безопасно для актера «опасные сцены» (вроде сцены со львами в картине «Цирк», когда артист бьет букетом изображение льва на экране, сцены борьбы в воздухе в фильме «Мужество» и т. п.).

6. Сравнительная простота всех технических приемов работы и отсутствие сложной лабораторной обработки.

7. Большая экономия производственных расходов. По данным студии «Мосфильм» стоимость кадра рирпроекции обходится всего 50—70 руб. Рирпроекция получила настолько широкое применение, что, например, в 1939 г. на студии «Ленфильм» только в двух фильмах не была использована рирпроекция. На студии «Мосфильм» в 1939 г. не было ни одного фильма, в котором не имелось бы кадров, снятых по методу рирпроекции. Ежегодная экономия, даваемая производству, достигает многих сотен тысяч рублей. Последнее время методом съемки рирпроекции стали пользоваться и для замены декорации (рис. 136). Ее снимают или с макета или с хорошей фотографии, изготовляют диапозитив, который и проецируют на экран (статическая рирпроек-







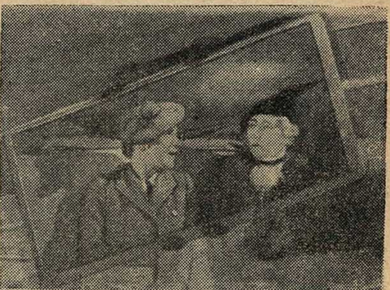


Рис. 135. Образец сложной рирпроекции сверху вниз: два экрана (второй экран закрыт маской для съемки проекции на первом); кадр фильма, проецируемого на первый экран (зеркало перед шофером на автомашине); рирпроекция, заснятая на первый экран (второй закрыт маской). Первый экран закрывается маской, и на второй экран ведется проекция динамического фона дороги, по которой идет автомобиль. Кадр, который виден на экране, показан внизу

ция) специальной мощной установкой с охлаждением диапозитива. Подобный рирпроектор для проекции неподвижного заднего фона сконструирован НИКФИ и освоен на Ленинградской киностудии.

Зеркала, линзы и призмы

(искажающие и множительные)

Все оптические приспособления для специальных видов съемки по их назначению могут быть разбиты на три группы:

1) искажающие линзы и зеркала;

2) множительные призмы и линзы;

3) зеркала для совмещения нескольких изображений в одно.

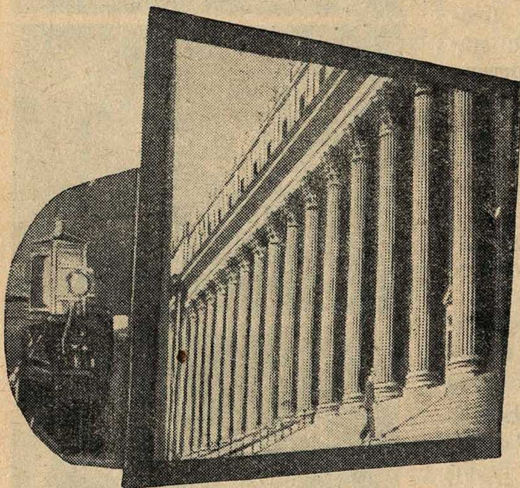


Рис. 136. Современный американский фонарь для проекции на экран неподвижного фона декорации

§ 116. ИСКАЖАЮЩИЕ И МНОЖИТЕЛЬНЫЕ ЛИНЗЫ И ПРИЗМЫ

В тех случаях, когда требуется деформировать снимаемый объект (чаще всего— крупный план кого-нибудь из действующих лиц), снимают его отражение от выпуклых или вогнутых зеркал. Выпуклое цилиндрическое зеркало как бы сплющивает изображение предмета и вытягивает его в ширину, в то время, как вогнутое цилиндрическое зеркало как бы вытягивает все изображение по вертикали.

Особенно интересные эффекты получаются при пользовании волнистыми зеркалами, одни части которых вытягивают изображение по высоте, а другие — по ширине.

Для тех же целей пользуются съемкой отражений в различных полированных предметах (в автомобильных фарах, в самоваре, в ложке, в электрических чайниках, садовых шарах и т. п.).

Очень часто на экране нормальное изображение постепенно начинает искажаться, растягиваясь в ту или иную сторону. Для этой цели служат выпуклые или вогнутые цилиндрические линзы, располагаемые перед объективом камеры.

Целый ряд фирм (К. Цейсс, Буш, Жаккенкроль, Оптис и др.) выпустили специальные объективы, в которых во время съемки можно перемещать или вращать специальные линзы и этим вызывать то или иное искажение изображения.

Множительные линзы и призмы на снимке увеличивают в несколько

раз количество изображений снимаемого объекта. Раньше для подобного оптического размножения пользовались двумя зеркалами, расположенными по бокам от снимаемого объекта под тем или иным углом. Если предмет находится между двумя зеркалами, наклоненными друг к другу под углом α, то число (n) возможных отражений предмета определяется по формуле:

$$n = \frac{360}{\alpha}$$

с округлением до ближайшего большего или меньшего целого числа в зависимости от расположения предмета. Число видимых изображений зависит от расположения предмета от угла α между зеркалами и от точки зрения (или от точки съемки).

При съемке размноженного зеркалами изображения следует иметь в виду, что каждое последующее отражение предмета по свету будет слабее предыдущего и что не все размноженные изображения будут совершенно одинаковыми. Поэтому вместо зеркал стали пользоваться множительными призмами и линзами.

Простейшей будет трехгранная призма с очень широким основанием, небольшой высотой и большим преломляющим углом. Такая призма, поставленная перед объективом, на пленке удваивает изображение. Если изготовить из стекла усеченную трехгранную призму (т. е. четырехгранную, у которой против основания в центре будет находиться параллельная ей грань, а с боков — две наклонные), то она даст на снимке утроенное изображение; если призма против основания будет иметь четыре грани, то изображение будет учетверенным и т. д. (рис. 137).

Обычно такие множительные призмы делаются квадратными, размером 75×75 *мм* или в круглой оправе с диаметром в 82 *мм*; устанавливаются они на оптической скамье или в специальной оправе перед объективом киносъемочной камеры. Применяются множительные линзы с 3-; 4-; 5- и 6-кратным увеличением числа изображений.

Очень остроумно и логически оправданно были применены подобные множительные линзы в фильме «Поручик Киже» для съемки кадров, изображавших муштру павловских солдат и дворцовых лакеев. Здесь один актер, «размноженный» в несколько изображений, давал абсолютное совпадение всех движений у всех фигур в кадре и этим усиливал впечатление их автоматизма (военные упражнения, вытирание пыли под музыку и т. п.).

На заграничном кинопроизводстве одно время пользовались успехом калейдоскопические линзы, дававшие одновременно с размножением изображения и его смещение по отношению друг к другу, а также сотчатые множительные линзы, дававшие размножение изображения снимаемого объекта вокруг основного, снятого обычно в более крупном масштабе. Образцы съемок подобными линзами показаны на рис. 137.

Несколько лет назад фирма Жаккенкроль (*A. Jackenkroll*) выпустила перспективные множительные линзы, которые дают 25-кратное и даже 78-кратное размножение изображения с перспективным удалением его. На рис. 137 показана конструкция этих перспективных множительных линз и образцы съемки «массовки» из



Рис. 137. Множительные призмы и образцы съемок через них. Сверху — простая множительная призма и ее работа; справа — множительная перспективная призма; в центре — образцы съемок через перспективную множительную призму; внизу — образцы съемок через калейдоскопическую призму (слева) и через сотчатую (справа)

трех человек (зритель видит больше 100 человек) и из одного лица (в кадре зритель видит 75 голов).

Такие линзы были применены при съемке сцен парада на плацу для картины «Поручик Киже», причем для того чтобы разбить заметную периодичность повторения изображений выстроенной небольшой группы солдат, оператор в разных рядах вынул некоторые линзы. В результате оказались просветы, создающие иллюзию промежутков между построением отдельных воинских частей.

Применение подобных перспективных множительных линз дало большую экономию на съемке таких «массовок» с небольшим количеством оплачиваемых актеров.

§ 117. СОВМЕЩЕНИЕ НЕСКОЛЬКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОДНО ЦЕЛОЕ (ЗЕРКАЛА, ШЮФТАН, СОТ)

В самом начале развития техники киносъемки вместо простого перспективного совмещения различно удаленных от камеры объектов в одно логически оправданное изображение стали применять съемку с помощью плоского зеркала. Замена простой перспективной съемки съемкой через плоское зеркало позволяет значительно сокращать площадь павильона, занятую снимаемыми объектами, что имеет крупное производственное значение.

По вычислениям проф. Рынина, при съемке с перспективным совмещением объекта, протяженностью на заднем фоне в 10 *м* при удалении от аппарата в 40 *м* при запасе с боков (для осветительной аппаратуры) в 2 *м* требуется площадь павильона в 616 $м^2$. При съемке того же сюжета в тех же масштабах, но при помощи одного зеркала (при тех же боковых запасах) потребуется площадь в 437 $м^2$. Это дает по сравнению с первым случаем экономию в площади в 29%. Если же применить два отражающих зеркала, то потребуется съемочная площадь всего в 351 $м^2$, т. е. экономия в площади составит 43%.

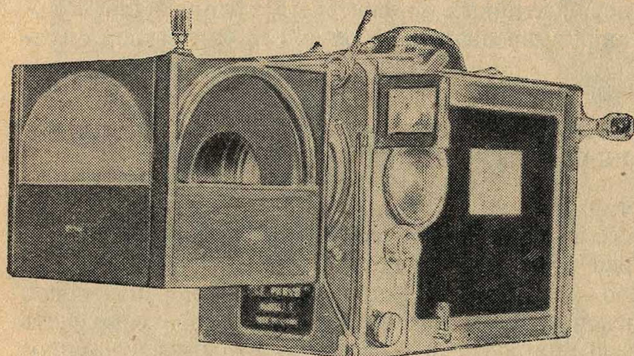
В старых трюковых фильмах съемка различно удаленных объектов их совмещением в одно изображение при помощи плоского зеркала производилась исключительно на фоне черного бархата. Это сильно ограничивало круг возможного применения такого вида трюковых съемок.

Специально для оптического совмещения двух изображений в одно была построена биоптическая камера, представлявшая собой съемочный аппарат с двумя объективами, оптические оси которых были расположены под углом в 90° друг к другу. В точке пересечения этих оптических осей под углом в 45° к каждой из них перед окошком с пленкой помещалось оптическое приспособление (полупрозрачное зеркало или призма). Оно совмещало оба изображения в одно, позволяя одновременно снимать и основную сцену и всевозможные «визионы», что облегчало и уточняло съемку двойных экспозиций (видны сразу оба объекта, легче освещать их и т. п.). В настоящее время на смену биоптической камере пришел так называемый «Политипар» — прибор, прикрепляемый к передней доске съемочной камеры перед объективом (рис. 138). Сущность работы «Политипара» заключается в совмещении на пленке двух изображений снимаемых объектов, расположенных по отношению друг к другу под углом в

90°, с помощью полупрозрачного зеркала M, поставленного под углом в 45° к главной оптической оси объектива, и под углом в 45° к дополнительной собирательной линзе.

Из всех способов оптического совмещения двух или нескольких изображений в одно производственно наиболее оправдавшим себя явился метод, предложенный в 1925 г. инженером Е. Шюфтаном («патент Шюфтана»).

Сущность этого способа заключается в том, что перед объективом съемочной камеры (обычно на удалении 25—30 *см*) помещается установленное под углом в 45° к оптической оси объектива плоское зеркало с наружным посеребрением. Часть зеркального слоя удаляется и тогда сквозь образовавшиеся просветы в зеркале снимается натура или декорации, которые перспективно должны соединяться с зеркальным отражением макета, установленного сбоку под углом в 90° к главной оптической оси объектива и под углом в 45° к плоскости зеркала (рис. 139).



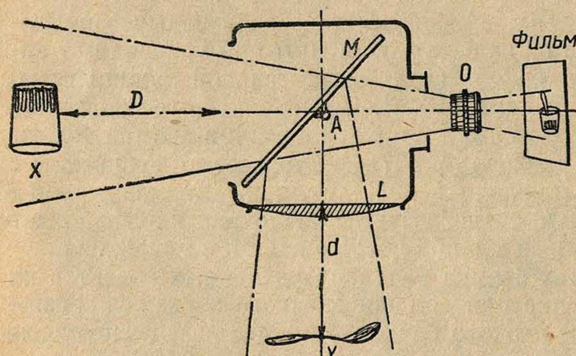


Рис. 138. «Политипар» и схема его устройства

Съемка производится обычно объективом с L=35 *мм*, дающим достаточную глубину резкости для размещения в ней и макета, и удаленной декорации, и актеров; применение более короткофокусной оптики с F=28 *мм* или F=25 *мм* не практикуется ввиду ее свойства давать кажущееся искажение перспективы.

При работе объективом F=35 *мм* минимальное удаление макета от камеры (расстояние от объектива до зеркала плюс расстояние от зеркала до передней границы макета) не должно быть короче 3,75 *м*.

Так как съемочная камера снимает на пленку одновременно весь комбинированный кадр (натура или декорация, снимаемая сквозь стекло зеркала с удаленной амальгамой, плюс отражение макета в тех частях зеркала, которые покрыты амальгамой), то основная трудность заключается в том, чтобы все части перспективно совмещались в одно целое и были бы одинаково освещены.

Перспективное совмещение зеркального отражения макета с декор

цией достигается точным предварительным расчетом, стабильной установкой макета и съемочной камеры (или временно заменяющей ее при постройке декорации особого видоискателя системы Шюфтана), декораций и зеркала на специальном прочном станке с точной микрометрической наводкой.

Линия совмещения макета и натуры (т. е. линия раздела зеркального слоя и чистого стекла) обычно проходит не по прямым, а по кривым, идущим чаще всего по затемненным участкам кадра. Для того чтобы сделать

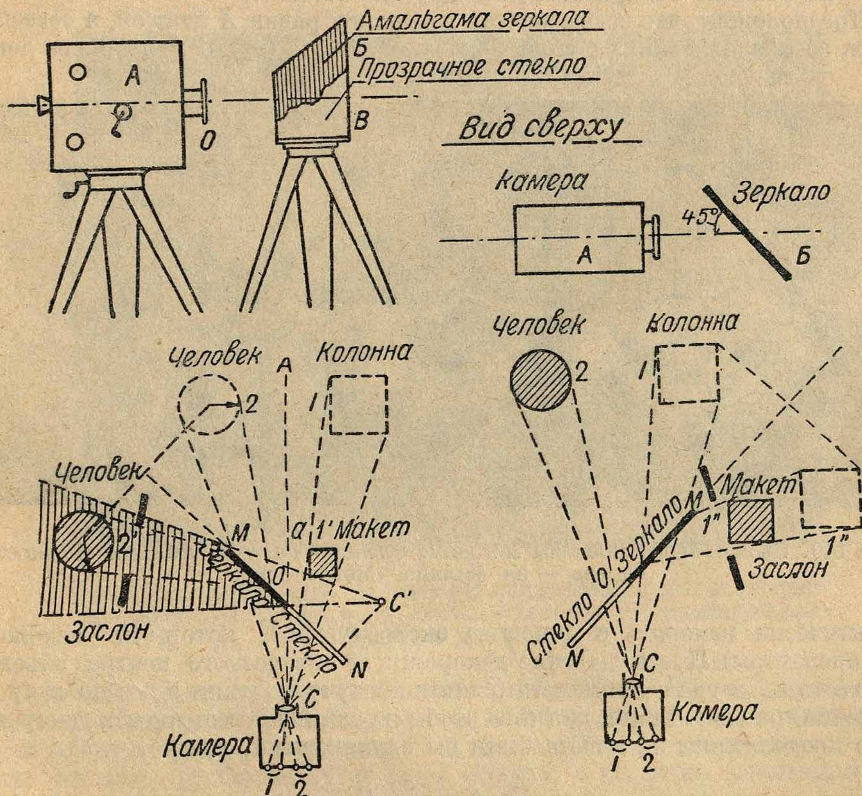


Рис. 139. Принципиальная схема «Шюфтана»

эту линию перехода от зеркального отражения к натуре менее заметной, обычно зеркальный слой удаляют не по прямой линии, а маленькими зубчиками, причем края зеркального слоя процарапываются полосками в 1,5—2 *мм* ширины, которые делают его в этих частях как бы полупрозрачным. (Следует иметь в виду, что само зеркало находится вне глубины резкости объектива, и это смягчает переход одного изображения в другое.) Иногда перед зеркалом помещают мелкую сетку (газ, креп-жоржет), прикрывающую часть его, а сзади — специальные маски. Для придания зеркальному отражению близко стоящего макета большей воздушной удален-

ности Шюфтан между макетом и зеркалом иногда вводит газовую сетку или специальный фильтр с флюоресцирующим раствором, налитым в кювету с плоскопараллельными стенками, промежутки между которыми равны 2—3 *мм*.

При освещении декорации, актеров и макета приходится учитывать то обстоятельство, что лучи от первых, прежде чем попасть в объектив, должны пройти сквозь слой стекла зеркала, которое уменьшит их силу, а лучи от макета должны предварительно отразиться от зеркального слоя, что тоже ослабит их яркость, но в другой степени.

Предположим, что освещенность декорации равна A люксов, а освещенность ее продолжения на макете равна a люксов (эту освещенность легко

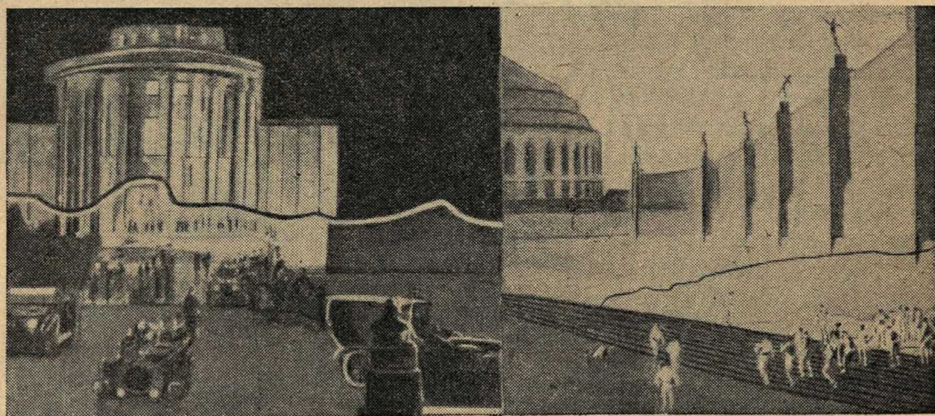


Рис. 140. Съемка шюфтановским методом. Слева — кадр из фильма «Ревность»; справа — из фильма «Метрополис»

практически измерить с помощью экспозиметров, которыми снабжены все операторы). Пусть удаление декорации от оптического центра объектива равно L, а удаление макета (считая по лучу падения плюс по лучу отражения) равно l. Тогда, для того чтобы на снимке освещенности декорации и ее продолжения на макете были бы одинаковыми, нужно, чтобы

$$\frac{A}{L^2} \cdot K_1 = \frac{a}{l^2} \cdot K_2,$$

где K_1 — коэфициент светопропускания стекла; K_2 — коэфициент отражения зеркальной поверхности.

Из приведенной выше формулы находим:

$$A = a\,\frac{L^2}{l^2} \cdot \frac{K_2}{K_1} \text{ и } a = A\,\frac{l^2}{L^2} \cdot \frac{K_1}{K_2}$$

В этой формуле коэфициент светопропускания стекла K_1 можно принять равным 0,96 (для хорошего тонкого зеркального стекла толщиной в 8 *мм* значение этого коэфициента от 0,94 до 0,9; для тонкого стекла от 0,96 до 0,77). Значение коэфициентов отражения K_2 для стеклянного зеркала с наружным серебрением колеблется от 0,75 до 0,7.

Иногда при съемке по способу Шюфтана использовалась и сквозная проекция (рирпроекция), отражающаяся в зеркале. Шюфтановский метод открыл широкие возможности для замены грандиозных и дорогостоящих декораций макетами, но в настоящее время он применяется редко, так как его заменили более простые методы домакечивания и последующей дорисовки.

Некоторые образцы кадров, снятых методом Шюфтана, показаны на рис. 140, причем те участки, которые были сняты с макета, отделены на них линиями от тех частей кадра, которые снимались непосредственно с натуры.

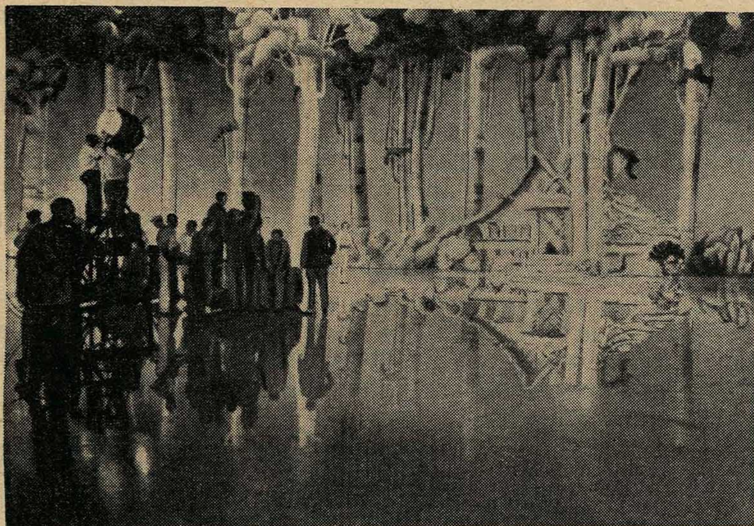


Рис. 141. Зеркальное отражение снимаемой сцены в несуществующем зеркальном полу, снятое с помощью специальной приставки к объективу

Английская компания «The Continental Overseas Ltd.» в Лондоне видоизменила шюфтановскую схему и создала свою систему оптического совмещения, известную под названием «СОТ» («Си-О-Ти»). Эта система отличается тем, что здесь применяется не одно зеркало с частично удаленным зеркальным слоем, а система небольших зеркал, отдельные отражения с которых сводятся в одно сплошное при помощи призмоподобного диапозитива. С последнего и производится самая съемка.

Последнее время за границей ведутся успешные работы по конструированию специального оптического прибора, который помещается перед объективом и дает на кадре зеркальное отражение снимаемой сцены в несуществующем зеркальном полу. Такое приспособление, сконструированное Ж. Валентином и Х. Гаррисоном и названное ими «двухфокусной системой для оптических эффектов», уже практически испытано на американском кинопроизводстве и дает весьма положительные результаты (рис. 141).

§ 118. ПОСТАНОВОЧНЫЕ ТРЮКИ

К числу основных постановочных трюков, осуществляемых в самой постановке, относится применение «невидимых» проволок и подвижных декораций. Еще в первых комедиях Г. Мелье показывались «намагниченные» субъекты, к которым притягивались всевозможные металлические предметы: кухонная посуда, часы, фонарные столбы, вывески и т. п. Понятно, что для достижения подобного эффекта все металлические предметы привязывались тонкими проволочками к артисту, который с их помощью и вел соответствующую игру.

Для того чтобы проволоки на экране не было видно, ее берут очень тонкой и покрывают матовой серой краской.

Например, такие невидимые зрителю проволочки заменяют «человека-невидимку» в одноименном фильме и заставляют раскрываться двери и окна, ворота и дверцы. Они же «перелистывают» книги, складывают их и уносят по воздуху в окно. Они же передвигают мебель, поднимают ноги сержанта в цепи полицейских, срывают каски, заставляют катиться пустой велосипед, невидимой рукой сдвигают кружки с пивом, бросают чернильницу и т. п.

Необходимо отметить, что в «Человеке-невидимке» этот простейший трюк наряду с примитивным использованием (когда по слишком прямолинейному движению предмета так и чувствуется направление проволочки) часто используется очень хорошо (перемещение предметов по кривым — передвигание кресла-качалки, в разных плоскостях и через преграды — вынос книг в окно, унос пижамы и т. п.).

При пользовании всевозможными нитками и проволоками всегда нужно учитывать их расположение, направление движения и находящийся сзади них фон. Немалую роль при этом играет и умелое освещение всей сцены.

Иногда проволока нужна только для невидимого поддерживания какого-нибудь предмета или актера. Например, для показа полета Мефистофеля и Фауста в фильме «Фауст» игравших эти роли артистов подвесили на тонких проволочках над огромным макетом полей и деревушки. Оператор с камерой во время съемки перемещался по дуге окружности, центром которой являлись актеры, висевшие в воздухе. Снимая, оператор все время держал их изображение в центре кадра так, что перемещалось лишь изображение фона (макета); это и создавало иллюзию полета.

Более громоздко было техническое осуществление съемок подобного же «полета» Орловой для фильма «Цирк». Пришлось построить огромную карусель в 6 *м* высоты с десятиметровой площадкой для камеры и оператора и со стрелой для подвески на проволоке актрисы. Обе площадки карусели вращались вокруг оси одновременно. Фоном служили статисты и куклы зрителей, размещенные на кольцеобразных скамьях «Цирка».

В том же фильме на съемках был применен вращающийся пол с закрепленными на нем велосипедами, на которых «ехали» актеры (пол, конечно, не снимался).

Из других чисто постановочных методов укажем на подвижные декорации. Для показа людей, карабкающихся по стенам или по потолку ком-

наты, артист снимается в павильоне сверху на разостланной на полу декорации, которую иногда перематывают. Для большей убедительности на нее приделывают различные предметы (лампы, картины, полочки и т. п.), которые при «неловком» движении актера срываются «вниз», т. е. при помощи тонкой проволоки сдвигаются в нужном направлении.

Сюда же нужно отнести и сооружение специальных огромных декораций, бутафорий и макетных персонажей со сложными механизмами (дракон в «Нибелунгах», лапа «Кинг-Конга» в фильме того же названия, которой он шарит в квартирах небоскребов и т. д.). В настоящее время эти приемы легко могут быть заменены более дешевыми методами специальных видов съемок.

Остроумно было осуществлено в «Человеке-невидимке» появление следов ног невидимки на снегу. Для этого была вырыта траншея, накрытая листами фанеры, в которых сделаны вырезы в форме ступней ног. Вырезы были закрыты откидывающимися вниз крышками. Сверху все было занесено снегом. Во время съемок спрятанный под фанерой в траншее человек бежал вперед и, дергая за веревочки, последовательно открывал крышки «следов»: снег проваливался вниз и создавал иллюзию следов невидимки.

К числу постановочных трюков следует отнести и летние съемки зимней натуры на искусственном льду и снегу для фильма «Александр Невский». «Снег» состоял из алебастра, мела, соли, белого песка и специальных блесток («снежинок»).

Асфальт, покрытый жидким стеклом с белой и синей краской, заменял лед. При ходьбе мелкий порошок мела поднимался в воздух, создавая иллюзию метели, а соль и белый песок прекрасно отпечатывали следы ног и полозьев саней.

Другим постановочным трюком «Александра Невского» является провал рыцарей под лед, заснятый летом на озере. На специальном плоту, поднятом на понтонах, лежали разбросанные «льдины», сделанные из фанеры и окрашенные соответствующим образом. Во время съемок плот постепенно погружался в воду (так как воздух из понтонов постепенно выпускался), а льдины оставались на поверхности воды и с них рыцари стремительно проваливались в воду (съемка велась замедленно, со скоростью 10—12 кадриков в сек). Крупные планы тонущих среди обломков льдин (настоящих) снимались в одном из московских бассейнов.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ КАДРОВ ПУТЕМ ЛАБОРАТОРНОЙ ОБРАБОТКИ

Сложность трюковых съемок и связанное с этим замедление темпов работы всего дорогостоящего постановочного коллектива заставили кинопроизводственников перенести подобные съемки в специальные производственные цеха киностудий — в отделы комбинированных съемок, которые приносят огромную экономию временем и средств. Для примера укажем, что такая мастерская студии «Мосфильм» обязалась в 1939 г. дать экономию от применения различных способов комбинированной съемки (дорисовка, рирпроекция, домакечивание и т. п.) не менее миллиона рублей.

Большинство результатов, получаемых методами специальных видов съемок, могут быть выполнены чисто лабораторным путем, на специальных

«трюкмашинах» при изготовлении позитива или при его сборке и склейке. Кроме того, существует ряд методов (размножение кадра, метод последующей дорисовки, фасонные вытеснения кадра и т. п.), которые не могут быть осуществлены без участия кинолаборатории.

Все лабораторные приемы получения комбинированных кадров можно разбить на три группы, в которых:

1. Результаты получаются при специальной контактной печати (комбинированные кадры, многократная печать, фасонные вытеснения и др.).

2. Результаты получаются при специальной проекционной печати (размножение кадра, наезды, ускорения, замедления, изменение кадрирования и т. п.).

3. Результаты получаются с помощью промежуточного проявления (блуждающие маски Вильямсона, метода последующей дорисовки и др.).

§ 119. СПЕЦИАЛЬНАЯ КОНТАКТНАЯ ПЕЧАТЬ

При изготовлении позитива во время такой контактной печати в копировальном аппарате мы имеем возможность печатать на одну и ту же пленку (позитивную) по нескольку раз, последовательно пропуская ее с различными негативами или масками в копировальном аппарате.

Двойная печать является как бы двойной экспозицией светочувствительного слоя позитивной пленки в копировальном аппарате до ее лабораторной обработки химикалиями.

Разница с описанным выше приемом двойной съемки и двойной экспозицией состоит в том, что в первом случае в результате съемки имеем один уже скомбинированный негатив, что облегчает процесс дальнейшего размножения позитивных копий с него, а во втором — каждую «экспозицию» должны фиксировать на отдельной негативной пленке, с которых на один и тот же кусок позитивной пленки последовательно печатаются их изображения.

То же самое происходит и при впечатывании при многократной печати, в результате которой лабораторным путем получаются комбинированные кадры, состоящие из нескольких изображений, отдельных или слитых в одно композиционное целое. В этом случае при печати с первого негатива в окошко копировального аппарата между источником света и сложенными пленками вставляется непрозрачная маска, закрывающая те части кадрика, на которые будут впечатывать изображение с другого негатива. Затем на ту же позитивную пленку, переменив в окошечке копировального аппарата маску и поставив вместо прежней другую, которая закрывала бы уже ранее освещенные части пленки, с другого негатива печатают второй сюжет.

Вместо изолирующей маски, вставляемой в экспозиционное окошко копировального аппарата, применяют оптические маски в виде куска пленки с заснятым и проявленным на нем изображением маски любой формы. Этот кусок пленки с маской закладывается в копировальный аппарат (ближе к источнику света), который передвигает перед экспозиционным окошком сразу три сложенные друг с другом пленки (маску, негативную и позитивную).

Для этого применяются только те копировальные аппараты, у которых соответствующим образом (на 0, 1 *мм*) увеличено расстояние между стенкой и дверцей фильмового канала и которые обеспечивают наиболее точное передвижение всех трех пленок (например, аппараты типа «Бэлл-Хауэлл» или «Матипо» А. Дебри).

Если последовательно применять при двойной печати две различные, взаимно дополняющие друг друга маски, то можно добиваться так называемого вытеснения кадра, простого или фигурного, во время которого на экране зритель видит, что изображение одного действия последовательно будет как бы вытесняться изображением другого действия (рис. 142); границы соприкосновения этих двух изображений могут иметь самую разнообразную форму, начиная от прямой линии, дающей эффект вдвигания нового изображения в плоскость проекции («Предательство Марвина Блейка», «Парад физкультуры» и др.) и кончая самыми замысловатыми фигурами (как в «Крестьянах», в «Цирке» и других картинах).

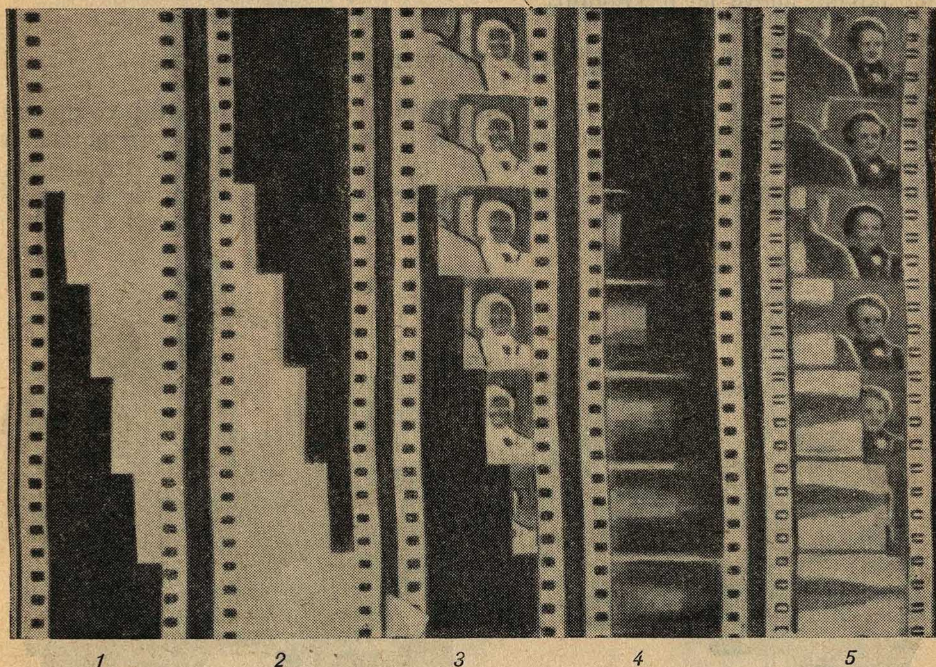


Рис. 142. Оптические маски для печати «вытеснения кадра»: *1* — маска (негатив, снятый на мультстанке); *2* — контрмаска с нее (позитив, отпечатанный с маски); *3* — первый негатив вместе с маской и чистой позитивной пленкой при первой печати; *4* — второй негатив вместе с контрмаской при второй печати на той же позитивной пленке; *5* — проявленный комбинированный позитив с быстрым вытеснением кадра

В тех случаях, когда нужно показать прозрачное «привидение» (визион), его изображение при вторичной печати накладывается в копироваль-

ном аппарате на те участки светочувствительного слоя позитивной пленки, которые уже содержат в себе скрытое изображение от печати с первого негатива. Другими словами, на одни и те же кадрики последовательно печатаются разные изображения с двух, трех или четырех разных негативов.

Двойная печать и впечатывание очень часто применяются вместо соответствующих чисто съемочных методов (комбинированные кадры и многократные экспозиции) и по характеру выполнения на экране почти не различимы.

§ 120. СПЕЦИАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИОННАЯ ПЕЧАТЬ

В 1931—1932 гг. фирма А. Дебри (а следом за ней и целый ряд других фирм и студий) построила и выпустила в свет машину для специальной оптической печати позитива, которую она назвала «Трюка». В основном эта машина (рис. 143 и 144) состоит из массивного литого стола *A* с уста-

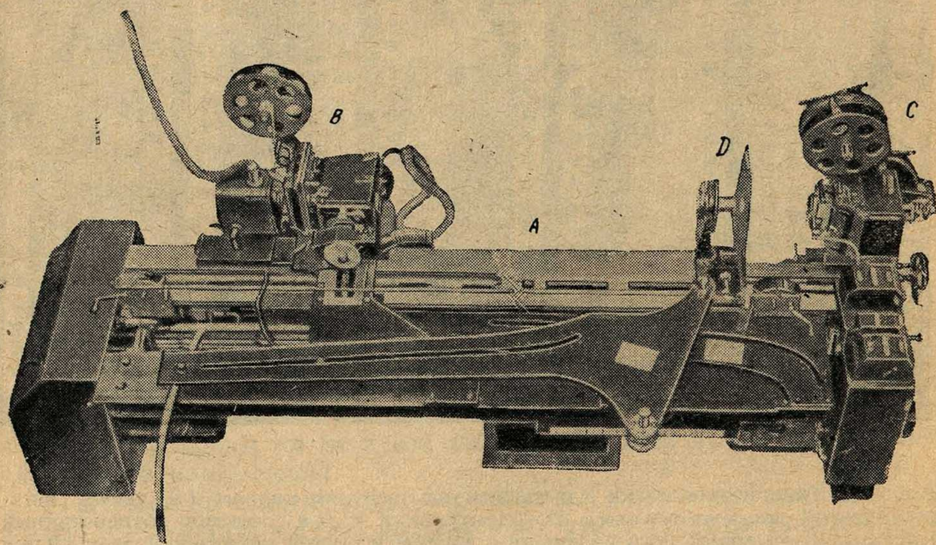


Рис. 143. Общий вид машины «Трюка» системы А. Дебри

новленными на нем специальным проектором *B*, съемочным аппаратом *C*, промежуточным оптическим приспособлением *D* и из моторной установки с передаточным механизмом и коробкой скоростей.

Основной принцип работы этой машины заключается в том, что негатив помещается в проекционном аппарате с источником света, а чистая позитивная пленка закладывается в съемочный аппарат, в экспозиционном окошке которого при помощи промежуточного оптического приспособления *D* получается изображение соответствующего кадрика негатива. Обе пленки (негативная и позитивная) могут двигаться в одном и том же направлении с одинаковыми скоростями (нормальная оптическая печать) или в одном и том же направлении, но с разными скоростями, на-

пример, негатив в два, три или четыре раза медленнее, чем позитивная пленка (с одного кадрика негатива будет печататься 2, 3 или 4 одинаковых отпечатка), что дает при проекции позитива на экран эффект убыстренной съемки. Если негатив будет двигаться в проекторе машины вдвое быстрее, чем позитивная пленка, т. е. на последней будут печататься изображения негатива через один кадрик, — это даст эффект замедленной съемки.

Пленки могут двигаться и в разных направлениях (одна — сверху вниз, другая — снизу вверх), что при проекции позитива на экран даст эффект обратной съемки. Наконец, возможно заставить двигаться только чистую позитивную пленку, оставляя в проекторе *B* негатив неподвижным, и печатать с одного кадрика негатива любое количество кадриков на позитиве, т. е. производить размножение кадров.

Машина «Трюка» позволяет в лаборатории при печати с готового негатива изменять по желанию скорость и направление ранее снятого действия (убыстрять его, замедлять, пускать в обратном порядке, останавливать),

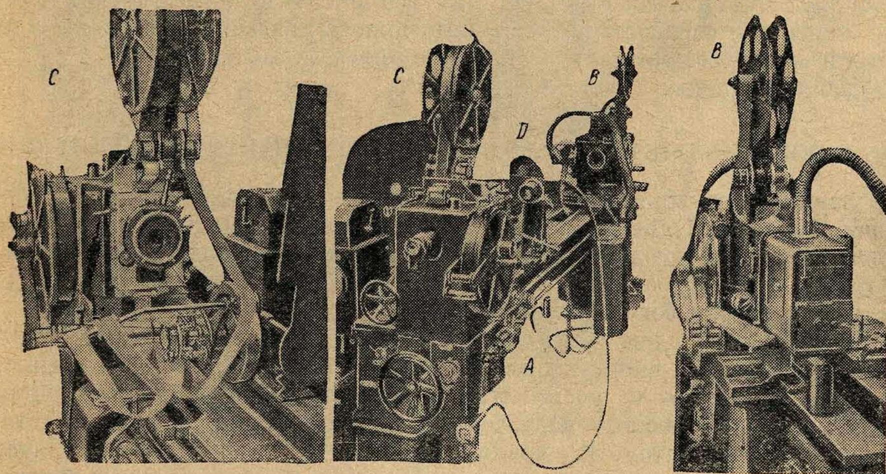


Рис. 144. Детали машины «Трюка»

т. е. в известных пределах заменять ускоренную, замедленную и обратную съемку. Наконец, последняя возможность — размножение кадров — может быть выполнена только лабораторным путем, а не во время съемок. Понятно, что показ на экране позитива, на котором вначале шла нормальная печать с негатива, а затем было произведено размножение кадра, вызовет у зрителей впечатление мгновенной остановки движения в самых неожиданных и смешных позах, которые наблюдаем только на моментальных снимках. На использовании этого приема размножения кадров целиком построен известный фильм Рене Клера «Париж уснул».

Подобное размножение кадров мы видим иногда в спортивных фильмах, когда, например, прыгнувший спортсмен застыл и повис в воздухе, и в художественных («Радио и лев»).

Помещая между съемочным и проекционным аппаратом всевозможные

маски, кашэ, диафрагмы и т. п., можно на такой машине создавать комбинированные кадры, визионы, диафрагмы, затемнения, наплывы, вытеснения кадра, обычно выполняемые при съемочном процессе. Наконец, самым замечательным у этой машины является то, что она позволяет с одного негатива снятой сцены печатать куски его в разных масштабах (например, с общего плана — средние и крупные). Это создает огромные возможности идеальной увязки игры актеров на всех планах.

Благодаря особым механизмам проектор с негативом во время печати может смещаться в стороны и передвигаться вперед, что позволяет изменять границы кадра и получать наезды или отъезды с плавными переходами, например, от общего плана на крупный или наоборот.

Эти наезды получаются весьма плавными, так как проектор передвигается механизмом машины по направляющим станины без толчков, а специальное приспособление автоматически переводит наводку объектива на фокус, обеспечивая идеальную резкость изображения.

Машины для оптической печати позитива не только позволяют осуществлять почти все специальные съемочные приемы, связанные с движением пленки и ее свойствами, но и дают новые эффекты.

Подобные машины строятся и в СССР.

§ 121. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИЕМЫ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ПРОЯВКОЙ ПЛЕНКИ

Самыми эффектными и непонятными для большинства зрителей в нашумевшем фильме «Человек-невидимка» являются те приемы, при помощи которых получены кадры, на которых Невидимка разматывает забинтованную голову и по мере снимания бинта остается без головы, а также, когда пижама или брюки бегут по улице.

Снимались эти кадры так: сначала на фоне черного бархата с ярким лобовым освещением снимался только актер, играющий роль Невидимки, причем на его голову и на все тело был надет костюм-маска из черного бархата, поверх которого надевался обычный костюм; голова забинтовывалась белым бинтом. Во время съемки актер разбинтовывал голову и постепенно раздевался, оставаясь в конце только в одной светлой рубашке. Снималось все это с некоторой передержкой.

Затем экспонированная пленка сдавалась в лабораторию, там в темноте она проявлялась и, не фиксируясь, высушивалась. Эта же пленка с проявленным изображением первой съемки снова закладывалась в съемочный аппарат так, чтобы границы проявленных кадриков в точности совпали с границами экспозиционного окошка камеры.

После этого на эту же пленку, содержащую кроме проявленного изображения светочувствительный слой неэкспонированной эмульсии, производится вторая съемка фона (обычно затемненного) и остальных действующих лиц. После второй съемки пленка снова проявляется, фиксируется и сушится обычным порядком.

Промежуточная проявка обеспечивает большую реальность, т. е. непрозрачность первого изображения, которое при обычном двойном экспонировании имеет вид призрака.

До появления транспарантной съемки Вилльямс предложил метод так

называемой съемки с блуждающей маской. Сущность этого метода заключается в следующем. Предположим, требуется показать на экране проход великана через улицу современного города (рис. 145). По методу Вилльямса сначала снимается обычным порядком тот динамический фон (в нашем примере улица города), на котором должно происходить действие. Негатив этой съемки (№ 4) проявляется обычным порядком и с него печатается контрольный позитив.

Затем на другую пленку снимается в соответствующем масштабе актер в темном костюме на ровном ярко освещенном белом фоне павильона. Этот негатив (№ 1) актера проявляется нормально и с него печатается нормальная

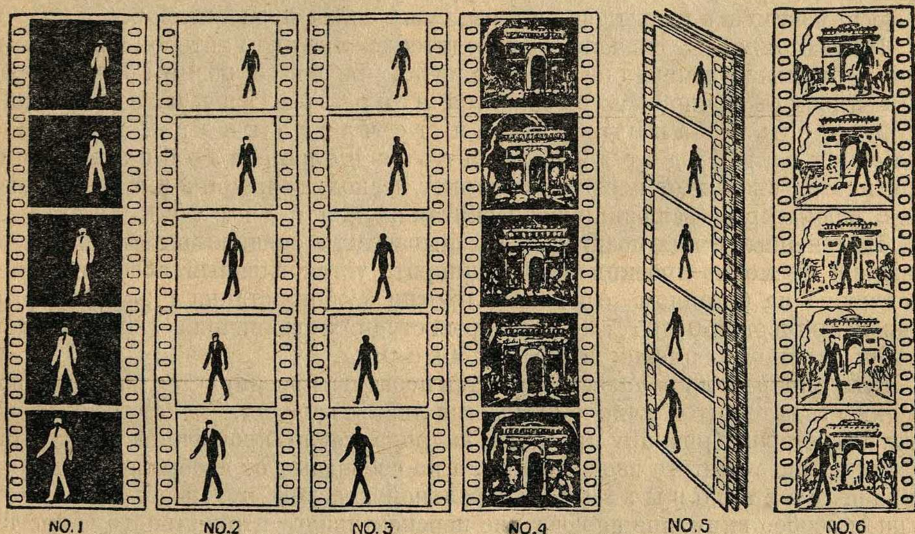


Рис. 145. «Блуждающая маска» Вильямса

копия (№ 2). Затем с негатива № 1 на специальную контрастную и мелкозернистую пленку (можно и на пленку для изготовления дубльнегативов) печатается вторая копия (№ 3), которая в дальнейшем будет служить «блуждающей маской». Эта маска проявляется в контрастном проявителе и после этого усиливается так, чтобы мы на пленке имели бы совершенно непрозрачный силуэт на совершенно прозрачном фоне.

После этого берется чистая позитивная пленка, негатив № 4 ранее снятого фона (улицы) и «блуждающая маска» (№ 3), которая располагается ближе к источнику света в копировальном аппарате. Все три пленки пропускаются через копировальный аппарат, в результате чего в эмульсии позитивной пленки будет скрытое изображение фона (с № 4) с силуэтным белым изображением фигуры идущего актера (с № 3).

После этого тот же позитив снова закладывается в копировальный аппарат, но уже вместе с нормальным негативом идущего актера (№ 1), с которого и впечатывается его изображение в оставленные при первой печати просветы. Проявленный после такой двухкратной печати позитив

показан на рис. 145 справа (№ 6). Особенностью этого метода является то, что вводимые в фон фигуры всегда получаются без теней; это также может быть использовано для получения специальных эффектов.

§ 122. ДОРИСОВКА КАДРА

Последнее время за границей и у нас получил широкое распространение новый метод последующей дорисовки кадра. Сущность его заключается в том, что при нем для получения комбинированного кадра строится только тот участок декорации, в котором происходит само действие. Все же остальное окружение дорисовывается художником и доснимается на кадры, на которых уже снята игра актеров.

При таком методе сначала производится съемка игры актеров в выстроенной нормальной декорации или на натуре, причем во время съемки перед объективом съемочной камеры ставится непрозрачная маска (кашэ), полностью закрывающая те части кадра, где впоследствии будет добавляться новое изображение. После этой съемки от негатива отрезают несколько кадриков и проявляют их в лаборатории (вся остальная заснятая пленка не проявляется).

Полученные с них позитивы закладываются в специальный точно работающий съемочно-проекционный аппарат, установленный абсолютно неподвижно на бетонном основании против особого станка с экраном размером примерно 50×65 *см* (в некоторых студиях ограничиваются для дорисовок экраном размером всего 30×40 *см*).

Этим аппаратом проявленный кадрик позитива проецируется на экран, поверхность которого обычно покрывается листом ватмана. Специалист-художник по световому рисунку проекции кадрика точно прочерчивает границы маски и ранее снятого изображения, а на свободных от изображения полях экрана дорисовывает акварельной краской все необходимое, обращая особое внимание на создание перспективного и тонального единства проекции снятого участка кадра с его рисунком. Закончив рисунок, всю ту часть экрана, на которой проецируется снятое изображение (точно по границам ранее очерченной маски), заливают ровным слоем черной матовой краски.

Когда рисунок окончательно готов, из аппарата вынимают кадрики позитива и источник света, закладывают ранее снятую и непроявленную негативную пленку так, чтобы границы ее кадриков в точности совпали с границами экспозиционного окошка камеры. Теперь этот аппарат будет работать, как обычная съемочная камера.

Затем рисунок освещают и снимают несколько кадриков на те места пленки, которые при первой съемке были закрыты маской. Снятые кадрики отрезают, проявляют, печатают с них позитив, проецируют на экран и изучают; после этого вносят необходимые доделки в рисунок, изменяют освещение рисунка или экспозицию. Добившись полного слияния ранее снятого объекта с дорисовкой в один композиционно целый кадр, снимают рисунок на весь кусок негатива.

Так как дорисованная часть кадра статична, то обычно дорисовывают возможно меньшую часть кадра ($^1/_4$—$^1/_3$, реже — $^1/_2$ его площади и больше). Чтобы зритель не заметил дорисовки во время слишком продолжительного показа кадра на экране, обычно длина дорисованных кадров бывает всего

5—6 *м*, реже 10—12 *м*; иногда их перебивают другими монтажными кусками нормальных съемок.

На станке для дорисовки можно при помощи рирпроекции получать и динамический фон (для этого экран с дорисовкой весь или частично заменяется полупрозрачным экраном, на который и ведется рирпроекция).

Этот метод комбинированной съемки благодаря своей сравнительной простоте и дешевизне получает все большее и большее распространение на кинопроизводстве.









Рис. 146. Дорисовка кадра. Сверху — кадр из фильма «Ленин в 1918 году», как он был снят (слева) и как его видят на экране (справа); внизу — кадры из фильмов «Семья Оппенгейм» (слева) и «Руслан и Людмила» (справа). Части кадра, заснятые с натуры, отделены от дорисовки белым пунктиром

В фильмах: «Цирк», «Тринадцать» (общий план песков), «Коджети» (до 60% всего фильма), «Руслан и Людмила» (до 80% фильма, в том числе сказочный лес, дворец Черномора и его сад, небо в натурных кадрах и т. п.), «Ленин в Октябре» (фасад Зимнего дворца, арка Главного штаба, Смольный и др.), «Ленин в 1918 году» (внутри Кремля, Спасская башня и т. п.), «Семья Оппенгейм» (интерьеры и сцены у памятника и др.), «Степан Разин» (древний Кремль, виды Москвы XV века, город Черкасы и др.) и во многих других картинах дорисовка кадра нашла свое применение[1]. Она дала советскому кинопроизводству огромную экономию. Достаточно для примера указать, что

[1] На одной только студии «Мосфильм» за 1936—1939 гг. для 26 фильмов было снято 273 полезных кадра (сцен) с последующей дорисовкой с общим метражем 1365 *м*. Сейчас количество дорисовок резко увеличилось. — *Н. А.*

натурные съемки штурма Зимнего дворца для фильма «Ленин в Октябре» обошлись бы около 3 млн. руб., а при съемке тех же кадров в студии с применением дорисовки все обошлись в 700 000 руб.; дорисовка одного сценарного кадра обходилась всего около 1 000 руб. (в настоящее время стоимость дорисовки значительно уменьшилась).

Поэтому СНК СССР в своем постановлении «Об улучшении организации производства кинокартин» и рекомендовал широко использовать метод дорисовки.

МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ

§ 123. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ МУЛЬТИПЛИКАЦИИ

Мультипликацией мы называем съемку по отдельным кадрикам, почему ее раньше и называли кадросъемкой.

По своей технической сущности мультипликация является разновидностью описанного выше приема «стоп-камера»: мы прекращаем съемку для замены объекта или для перемены его положения после съемки каждого отдельного кадрика. Следовательно, при изготовлении мультипликационного фильма отдельно снимается каждый кадрик.

По технике выполнения имеются три вида мультипликации:

1) плоскостная или графическая мультипликация (рисованная);

2) объемная мультипликация (съемка кукол и макетов);

3) комбинированная мультипликация, когда подлинную натуру или актеров в кадре соединяют с игрой рисованных фигурок или кукол («Новый Гулливер», «Золотой ключик» и др.).

§ 124. ГРАФИЧЕСКАЯ МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ

Графическая мультипликация сводится к тому, что художники-мультипликаторы рисуют целиком (альбомный метод) или только в изменяющих свое положение деталях (метод «перекладок») каждый кадрик будущего фильма, изображая на них последовательные фазы движения того или иного персонажа. Понятно, что такая работа требует напряженного и кропотливого труда: для того чтобы снять всего одну часть фильма длиной около 300 *м* потребуется заготовить и снять около 15 600 кадриков, каждый в отдельности! Поэтому в современных мультипликационных студиях над рисованными фильмами работает большой коллектив художников и технического персонала (до 100 человек).

После того как сценарий будущего мультипликационного фильма разработан во всех деталях (а если фильм звуковой, то должна быть разработана и его звуковая часть), раскадрован с указанием метража и характера движения, его скорости и т. п., художники-мультипликаторы создают основной типаж фильма, стремясь с наибольшей его выразительностью сочетать простоту графического исполнения. Одновременно рисуются основные положения его движения (рис. 147.).

Когда типаж утвержден, группы художников приступают к рисованию основных фаз тех движений, которые в той или иной сцене должны производить их персонажи. Художник-мультипликатор должен обладать

способностью зрительно схватывать не движение в целом, как видит зритель, а разлагать его на основные фазы, которые и зарисовываются.

Определив скорость движения (число промежуточных фаз) нарисованной фигурки, эскиз передают «фазовщикам»-художникам, которые с помощью матового стекла с нижним светом рисуют карандашом все нужные промежуточные фазы движения.

Параллельно ведется и заготовка рисованного фона. Когда карандашные зарисовки готовы, они поступают к контуровщикам и заливщикам, которые обводят их черной тушью и, если надо, заливают соответствующими красками.

Раньше все рисунки для графической мультипликации делались тушью на ватмане. Сейчас за границей и у нас основным материалом являются тон-

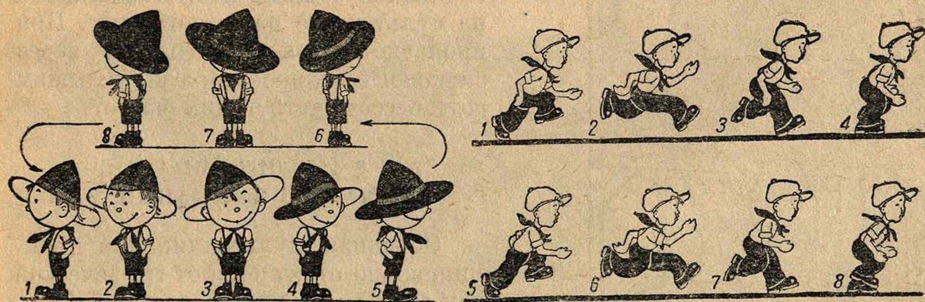


Рис. 147. Образец типажа графической мультипликации и схемы их движений

кие целлулоидные листы, на которых рисунок делается черной тушью и акварельными красками. Применение целлулоидных листов позволяет весь кадр составлять из нескольких сделанных на разных листах целлулоида рисунков, складывая их при съемке вместе; это уменьшает количество сложных заготовок.

Для съемки графических мультипликационных фильмов применяются мультстанки различных конструкций (рис. 148). В основном все они состоят из стола, на котором имеется предметная рамка со штифтами (на которые надеваются специальные высечки в листах ватмана или целлулоида с рисунками, предохраняющие их от малейшего сдвига) и прижимная рамка со стеклом.

Стол снабжен полочками для размещения на них заготовок и дополнительными приспособлениями, облегчающими работу (нижней педалью для подъема или опускания прижимного стекла, поворотным диском, позволяющим поворачивать в кадре рисунок, матовым стеклом для съемки комбинированных кадров и т. п.). Над столом, точно над рамкой с рисунками, помещается киносъемочная камера, снабженная мотором или приспособлением, приводящим ее в движение для съемки только одного кадрика. Кнопка пуска камеры, а также счетчик количества снятых кадриков в хороших конструкциях располагаются на столе.

Съемочная камера может передвигаться по отношению к рамке с рисунком. С боков камеры помещаются источники мягкого рассеян-

ного света (ртутные лампы или полуматовые лампы накаливания), которые должны сильно, без бликов, и ровно освещать рисунки.

При съемке оператор, положив в рамку мультстанка нужный рисунок, включает свет, камеру и, сняв один кадрик, делает нужную перекладку. Графическая мультипликация теперь обычно соединяется со звуком («Три свинки и злой волк», «Микки-Маус» и др.). Графическая мультипликация позволила создать и так называемый рисованный звук (работы А. Аврамова, Шолпо и Римского-Корсакова, Сазонова и др.). Для этого заготовляются те или иные фигуры с соответствующими частотами изменения светлых и темных мест и снимаются на мультстанке на фонограмму. При пропуске такой фонограммы через звуковой блок проектора мы услышим звуки соответствующих частот.

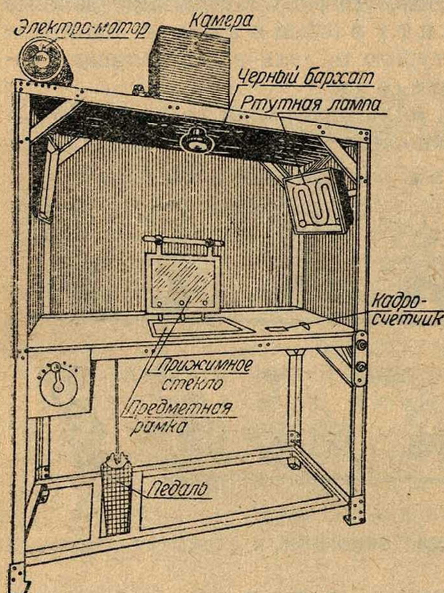


Рис. 148. Схема устройства мультипликационного станка

§ 125. ОБЪЕМНАЯ МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ

Объемная мультипликация принципиально отличается от графической тем, что она имеет дело с объемными объектами съемки и с их перемещениями во всех трех измерениях. Это изменяет и характер заготовок и самый процесс съемки, напоминающий обычную съемку в павильоне. При таком методе применяются объемные декорации уменьшенных размеров (макеты), а вместо живых актеров «работают» куклы, передвигаемые и изменяемые специальным штатом обслуживающих их кукловодов (рис. 149).

Поэтому и организация студии для производства объемных мультипликаций скорее напоминает организацию обычной киностудии.

Для производства объемных мультипликаций требуется: 1) специальное съемочное ателье (с площадью пола до 100—150 $м^2$); 2) съемочная камера со штативом и электромотором, приспособленным для кадросъемки; 3) специальная осветительная аппаратура; 4) съемочный стол; 5) подсобные цеха (заготовочная, макетная мастерская, лаборатория).

Основными действующими лицами для объемной мультипликации являются шарнирные куклы. Последнее время они чаще всего делаются жесткими (вылепленными из пластелина или воска, как в «Новом Гулливере» или в «Космическом рейсе»), а также мягкими, сделанными из материи и проволочного или шарнирного каркаса, как основные персонажи «Нового Гулливера», «Золотого ключика» и других фильмов.

Этим куклам можно без усилия придавать любые положения. В тех случаях, когда от куклы требуется выразительная мимика лица, для нее

изготовляется серия заменяемых масок лица или всей головы; с помощью таких масок воспроизводят отдельные фазы какой-нибудь эмоции (смеха, гнева, внимания и т. п.).

На рис. 150 показаны образцы конструкции таких кукол для объемной мультипликации и сменяемых масок к ним. Во время съемок фигурки располагаются в нужных позах в макетной декорации, освещаются и снимаются на один кадрик. После этого кукловод, пользуясь предварительным расчетом, передвигает куклу или ее части (руки, ноги, голову) по специальному угольнику — «координатору» на соответствующую величину, чтобы изобразить следующую фазу снимаемого движения. Затем снова включается свет, производится съемка одного кадрика и т. д.

Съемка объемной мультипликации требует исключительной точности и осторожности в работе, поэтому она отнимает много времени. Это застав-

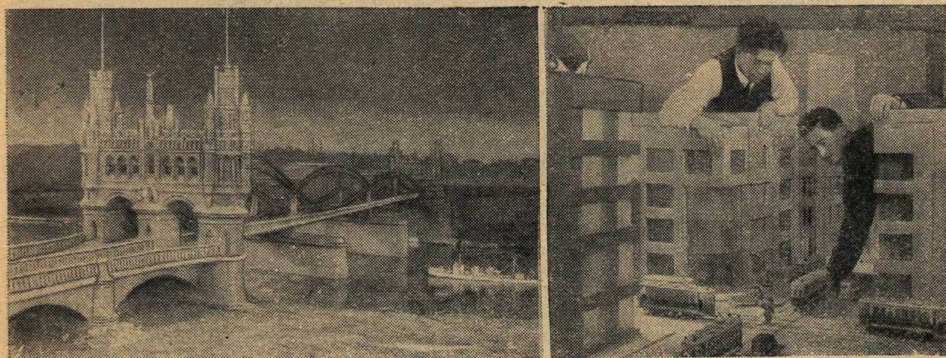


Рис. 149. Объемная мультипликация. Слева — макет; справа — перестановка фигурок во время перерыва в съемке между соседними кадриками

ляет с особенным удовольствием отметить победу советских мультипликаторов-объемников, возглавляемых заслуженным деятелем искусств А. Л. Птушко, которые за 21 месяц сняли небывалый в истории кинопроизводства полнометражный мультипликационный художественный звуковой фильм «Новый Гулливер», в котором работало до 1500 кукол.

Применяя транспарант, рирпроекцию, метод последующей дорисовки или «домакечивания», промежуточной проявки, перспективного совмещения и т. п., можно (как это и сделано в «Новом Гулливере», «Золотом ключике», «Кинг-Конге» и других фильмах) вводить в игру кукол и настоящих актеров.

Объемная мультипликация является незаменимой при съемке фантастических фильмов (вроде «Космического рейса») и показе «оживленных» макетов.

§ 126. КОМБИНИРОВАННАЯ МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ

Выше мы уже объяснили самую сущность этого вида мультипликации, когда на экране получают соединенными в одном кадрике фотографию натуры и мультипликационного героя. Кроме транспаранта и метода по-

следующей дорисовки, которые могут быть применимы для получения комбинированной мультипликации, чаще всего пользуются методом съемки с матового стекла и съемкой с фотографии.

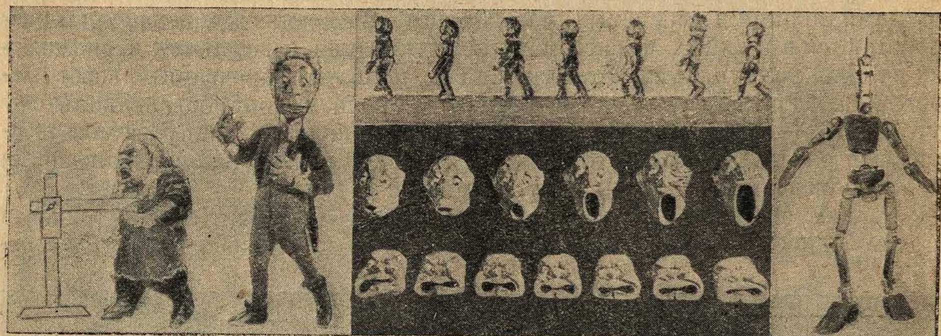


Рис. 150. Объемная мультипликация. Куклы и работа с ними. Слева направо: установка куклы по координатору; кукла «Фоля» из «Нового Гулливера» и ее конструкция. В центре серия пластилиновых фигурок рабочих для съемки их ходьбы и серия сменных масок для кукол (слева)

Для первого вида комбинированной мультипликации применяется специальный мультстанок, у которого вместо рамки для рисунка в столе сделан вырез, закрытый матовым стеклом (матовой стороной к объективу съемочной камеры). Под столом против этого матового стекла под углом к нему в 45° установлено зеркало, против которого (тоже под углом к нему в 45°) помещается проектор (рис. 151), приспособленный для проекции фильма по отдельным кадрикам.

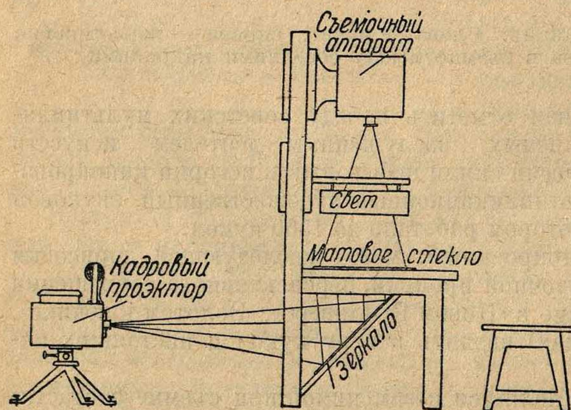


Рис. 151. Схема установки проектора и мультстанка для комбинированной съемки

В проектор закладывается позитив снятой натуры и актеров, находящихся в движении. Проекция каждого кадрика ведется через зеркало на матовое стекло, поверх которого накладывается мультипликационная фигурка, которая освещается сверху и снимается.

После этого пленка в проекторе передвигается на один кадрик, на стекло накладывается новая фигурка, взамен уже снятой, опять включается свет и проводится съемка второго кадрика и т. д. (рис. 152).

В тех случаях, когда для действия мультипликационного героя требуется неподвижный натурный фон, его изготовляют путем фотоувеличения

с кадрика и снимают на обычном мультстанке, положив сверху фотографии картонную фигурку.

Иногда всего лишь несколько мультипликационных кадриков, умело введенных в художественный игровой фильм, дают необычайный эффект. В одной из американских комедий, шедших на наших экранах, был показан такой кадр: по полю, на котором пасутся животные и ходят люди, по одноколейному железнодорожному полотну навстречу друг другу мчатся два поезда. В тот момент, когда столкновение становится неизбежным, один из поездов, не сбавляя скорости, подпрыгивает и по воздуху проносится над другим составом, затем опускается на рельсы и продолжает свой путь, как ни в чем не бывало.







Рис. 152. Комбинированные кадры соединения мультипликации с натурой. Сверху — соединение натуры с рисунком (кадр из фильма «Солнце, воздух и вода» и кадры комбинированной объемной мультипликации в фильме «Новый Гулливер»)

Этот трюк был сделан очень просто. Сначала замедленно снималось сближение двух поездов до крайних пределов. После этого съемка останавливалась и один поезд убирался с поля съемок (второй в это время оставался на прежнем месте). Затем съемка возобновлялась, второй поезд двигался вперед на величину длины своего состава и опять останавливался, а съемка прекращалась. К этому составу снова подводился (но уже с другой стороны) первый состав, они ставились рядом своими последними вагонами и при начале третьей съемки спокойно разъезжались в разные стороны.

С каждого кадрика второй съемки (прохода одного только второго поезда) изготовлялись фотоувеличения, на которых художник-мультипликатор подрисовывал последовательные положения «пролетавшего» над первым составом (реально снятым) второго поезда (нарисованного) и с этих фотографий снова снимал на киноленту по одному кадрику. Затем отпечатки с первой и третьей натурной съемки склеивались вместе с мультипликацией, так что на экране получалось непрерывное движение обоих поездов.

В заключение необходимо отметить то огромное значение, которое имеет мультипликационная съемка для производства научных и учебных фильмов. Она позволяет «оживлять »схемы, наглядно показывать происходящие внутри машин и приборов явления и процессы, динамически иллюстрировать взаимодействие частей самых сложных механизмов и т. п.

§ 127. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ СЪЕМКИ

Наряду с рапидсъемкой и цейтрафферной, о которых мы говорили выше, существует еще целый ряд особых киносъемок (макросъемка, микросъемка, рентгеносъемка, астросъемка, подводная съемка и др.), которые иногда объединяются под названием спецвидов съемки. Ввиду того, что они значительно отличаются от обычных киносъемок и для целей художественной кинематографии почти не применяются, мы здесь подробно говорить о них не будем, отсылая читателя к специальной литературе. Ограничимся лишь несколькими замечаниями. Макросъемкой называется съемка мелких объектов (обычно от 1 до 15 *мм* в поперечнике) в увеличенном против натуры масштабе.

Учитывая сложность подобных съемок, их обычно проводят только в специально оборудованных кабинетах или в лабораториях макросъемок.

В тех случаях, когда на пленке нужно зафиксировать объекты невидимого невооруженным глазом микрокосмоса, прибегают к микросъемке.

Для этого служат специальные микрокиноустановки, которые состоят из прочного станка с установленными на нем съемочной камерой, микроскопом, источником света и системой специальных светофильтров и охлаждающих ванн, не пропускающих к объектам съемки (к живым микроорганизмам) те лучи, которые способны убить их своим действием.

Микросъемка является одним из наилучших методов научного исследования и широко применяется в самых разнообразных научно-исследовательских институтах (в особенности в медицинских и в биологических).

Очень часто микросъемка соединяется с цейтраффером, являясь наилучшим методом длительного объективного наблюдения за микрокосмосом и его жизнью.

К особым видам научной съемки относится и рентгеносъемка, требующая специальной сложной аппаратуры, астросъемка (съемка небесных светил) и другие, с которыми работникам художественной кинематографии не приходится иметь дело.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Фр. Тальбот, «Живая фотография», Моск. акц. изд. о-во, 1928, ц. 3 р.

М. Карюков, «Новые способы комбинированной съемки», Госкиноиздат, М., 1939, ц. 7 р.

Н. Д. Анощенко, «Чудеса киноаппарата», Теакинопечать, М., 1930, ц. 45 к.

Н. Ходотаев, И. Вано, А. Птушко, «Мультипликационный фильм», Кинофотоиздат, М., 1936, ц. 10 р.

ЛАБОРАТОРНАЯ ОБРАБОТКА ПЛЕНКИ

§ 128. ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КИНОПЛЕНКИ

В настоящее время на производстве все кинолаборатории по обработке пленки делятся на две группы:

а) лаборатории текущей обработки при киностудиях, которые занимаются проявкой снятых негативов и изготовлением с них первого так называемого рабочего позитива; они же изготовляют и лавандовые копии с негатива и дубльнегативы с них, которые посылаются на фабрики массовой печати;

б) лаборатории массовой печати — специальные копировальные фабрики, — которые занимаются изготовлением для прокатной сети массового тиража позитивных копий с уже готовых фильмов.

Все помещения лаборатории разбиваются на темные и светлые цеха. В темных цехах производится работа с пленкой, в эмульсии которой еще содержатся светочувствительные соли серебра. Поэтому в них должно быть полное отсутствие актиничных лучей света, способных действовать на эмульсию обрабатываемых сортов пленки.

В светлых помещениях размещаются такие цеха (промывочный, сушильный, монтажный), в которых обрабатывается пленка с уже проявленным и отфиксированным изображением, содержащим только металлическое серебро.

Основным требованием, которое предъявляется ко всем помещениям лаборатории, является полное отсутствие в нем пыли, так как попавшую на влажный слой эмульсии пыль удалить невозможно.

Для борьбы с пылью в лабораториях стены и потолки покрываются матовой масляной краской; все помещения должны иметь вентиляцию, снабженную фильтрами, полы покрыты линолеумом или метлахскими плитками.

Во всех цехах лаборатории поддерживается строго определенная температура воздуха. Она не должна быть ни особенно высокой ни чрезмерно низкой, так как температура оказывает большое влияние как на самый ход различных химических процессов, так и на конечные результаты. При слишком низкой температуре некоторые проявляющие растворы перестают восстанавливать экспонированное галоидное серебро эмульсии пленки. Если же температура слишком высока, то при проявке на пленке появится вуаль. Нормальной температурой воздуха для лаборатории считают около 18°C.

В современных лабораториях обработка кинопленки производится или

вручную (на рамах) или на машинах. За последние годы почти все крупные лаборатории перешли на машинную обработку пленки, как позитивной, так и негативной, причем для проявки позитивной пленки, где экспозиция более однообразна, машинная обработка была применена значительно раньше.

Главная разница между ручной и машинной обработкой заключается в том, что качество негатива при ручной работе в очень большой степени зависит от искусства мастера-проявщика, а вся работа ведется «на-глазок», без определенных стандартов. При машинной обработке вся работа ведется механизированным способом и при постоянном сенситометрическом контроле; в результате этого получаются очень однообразные негативы с высоким качеством (чистота, нормальная плотность, постоянный контраст и т. д.), что в значительной степени упрощает в дальнейшем получение хороших позитивных копий.

§ 129. ПОДГОТОВКА ПЛЕНКИ К ПРОЯВКЕ

Вся экспонированная пленка, сдаваемая в лабораторию, должна быть тщательно завернута в красную и плотную черную бумагу, уложена в металлическую коробку, закрыта крышкой и заклеена липкой лентой. На крышке коробки должна быть надежно приклеена записка, содержащая

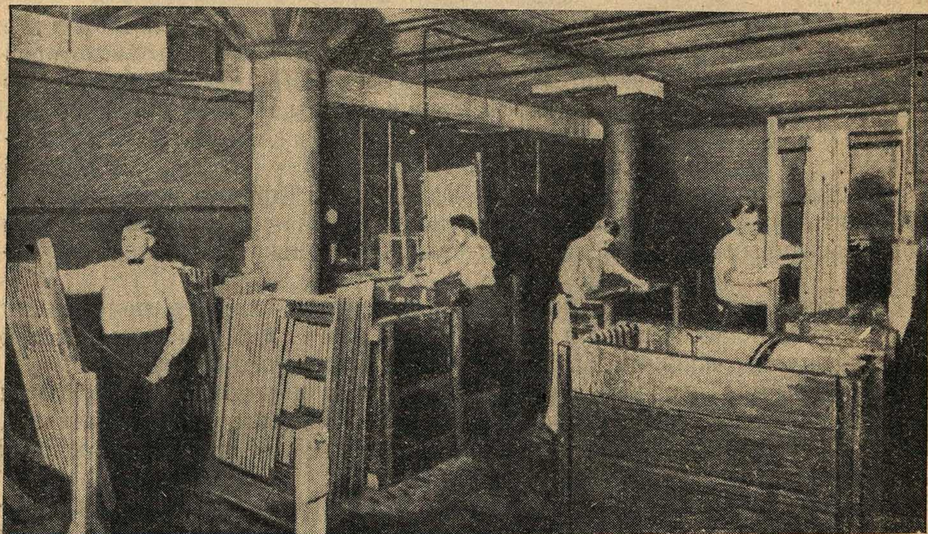


Рис. 153. Ручная проявка кинопленки. На снимке слева — намотка пленки на раму; рамы с пленкой возле бака, погружение рамы с пленкой в бак с проявителем; справа — фиксирование

следующие обязательные данные: номер коробки и название картины; фамилия оператора; количество метров пленки, вложенной в коробку; сорт данной пленки («орто» или «пан» и какой фирмы); натурная или павильонная съемка, а также все дополнительные указания оператора. Весьма жела-

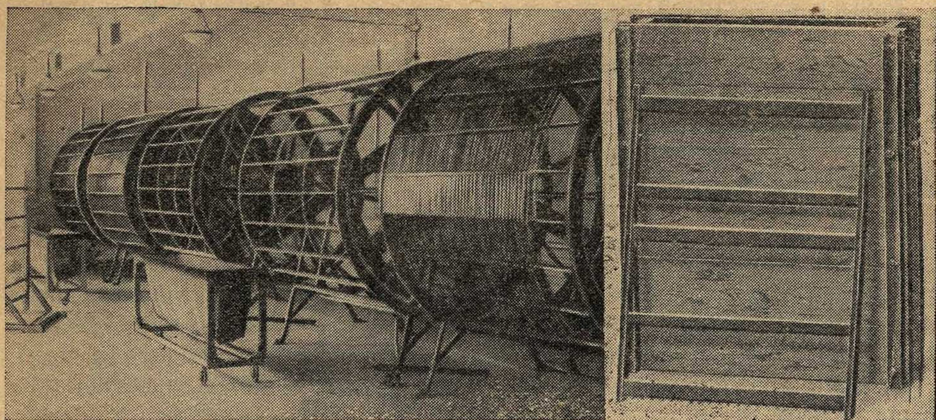


Рис. 154. Сушильные барабаны с намотанной на них пленкой. Справа — вертикальный бак для проявки и рама

тельно к каждой коробке прикладывать так называемые «п р о б о ч к и» — коротенькие пробные куски пленок, проявленные оператором на месте съемок.

Только имея все эти указания, лаборатория может работать нормально.

Присланные коробки с заснятой пленкой поступают «в разборку»; в темном помещении при соответствующем неактиничном свете пленку извлекают из упаковки и по условным «пробойкам», которые делаются оператором на съемке, определяют те места, где ее можно и нужно разрезать на отдельные куски.

Максимальная длина куска или суммы кусков при ручной обработке определяется емкостью тех р а м, которыми снабжены п р о я в о ч н ы е б а к и данной лаборатории (рис. 153 и 154). Негативы фонограммы проявляются одним куском и только на машинах.

§ 130. ПРОЯВКА НА РАМАХ

Разрезанная на куски экспонированная негативная пленка поступает в намоточное отделение, где ее наматывают эмульсионным слоем наружу на специальные деревянные р а м ы, для удобства устанавливаемые на особые козлы. Боковые планки рамы делаются более длинными и широкими чем поперечные перекладины, на которые наматывается пленка; это нужно для того, чтобы при погружении рамы с пленкой в бак нежный светочувствительный слой не соприкасался ни с боковыми стенками бака, ни с его дном.

Чтобы увеличившиеся от размокания петли намотанной на раму пленки не сдвигались в стороны и друг на друга, верхняя и нижняя поперечины рамы снабжены мелкими штифтиками, расположенными на расстоянии около 4 *см*. Обычно рамы для проявки негатива строятся емкостью на 45 *м*, а рамы для проявки позитива до 60—65 *м*. Изготовляются такие рамы из дерева.

Рамы с намотанной на них негативной пленкой поступают в отделение для проявки негативов. Для проявки имеются специальные деревянные (реже цементные, гончарные) вертикальные баки, в которые могут входить по две рамы с пленкой.

В таких баках обычно помещается около 100 *л* проявителя, которого хватает на проявку 5000—6000 *м* кинонегатива.

§ 131. ПРОЯВИТЕЛИ

Каждый проявляющий раствор в своем составе содержит следующие основные вещества:

а) растворитель (дестиллированная или прокипяченная вода);

б) проявляющее вещество (метол, гидрохинон, параамино-фенол и др.);

в) щелочь (сода, поташ, едкий натрий, едкий калий, бура и др.);

г) консервирующее вещество (сульфит, метабисульфит);

д) бромистый калий, который является замедляющим веществом.

Вода служит для растворения в ней всех химикалий. Проявляющее вещество производит превращение скрытого изображения в видимое путем восстановления галоидного серебра в металлическое. Ввиду того, что большинство проявителей работает медленно, к ним приходится добавлять щелочь, которая ускоряет процесс проявления.

Для предохранения щелочного раствора проявителя от порчи (от окисления с кислородом воздуха) в него добавляют консервирующее вещество (обычно сернистокислый натрий или просто сульфит натрия). Наконец, во время процесса проявки от тех или иных причин (от передержки при съемке, от слишком продолжительной проявки и т. п.) может образоваться вуаль — общая затянутость изображения серым слоем, которая делает изображение вялым. Для предохранения пленки во время проявления от образования вуали добавляется бромистый калий.

Наиболее распространенными проявляющими веществами в кинопромышленности являются метол и гидрохинон, реже — глицин, парааминофенол и пирогаллол.

Метол (монометилпарааминофенолсульфат) представляет собой мелкие кристаллики в виде иголочек. Хорошо растворяется в воде комнатной температуры. Метол проявляет быстро и дает негативы с хорошей градацией и проработкой всех деталей. Изображение сначала выглядит слабым и вялым, но затем происходит быстрое уплотнение его.

Метоловый проявитель хранится хорошо. Температура не вызывает больших изменений в ходе процесса проявления. Бромистый калий не оказывает большого действия. Метол является наиболее распространенным проявляющим веществом; одним метолом проявляют редко, чаще его соединяют с другим проявляющим веществом, обычно с гидрохиноном.

Гидрохинон (парадиоксибензол) хорошо растворяется в воде, в особенности в теплой; имеет вид более блестящих и более длинных тонких игл, чем кристаллы метола. Он проявляет медленно, но дает

хорошие сильные и густые негативы с прозрачными тенями. Сильно реагирует на изменение температуры (чем ниже температура, тем медленнее он работает; нормальная температура равна 18—20°С). Прибавление бромистого калия предохраняет негатив от образования вуали. Хранится хорошо.

Чисто гидрохиноновый проявитель в кинематографии применяется почти исключительно для проявления надписей—где требуется контрастность и большая плотность негатива. Для проявления же негативов он обычно берется в соединении с метолом.

Применяемые для проявляющих растворов щелочи делятся на две группы: одна из них (поташ — углекислый калий и сода — углекислый натрий) работает сравнительно медленно, а другая (едкий натрий и едкий калий) работает энергично и быстро.

В свою очередь по характеру проявленного снимка проявитель с содой дает негативы более мягкие, чем проявитель с поташом, который работает контрастно.

Применяют проявляющие растворы с бурой вместо щелочи; последняя способствует получению мелкозернистого изображения, отличающегося четкостью и проработкой деталей.

В зависимости от количества щелочи, которое вводят в состав проявителя, можно в известных пределах изменять скорость его работы.

При составлении любого проявителя следует иметь в виду не только самый характер действия того или иного восстановителя металлического серебра (проявляющего вещества), но и то значение, которое имеют различные добавления к нему (сульфит натрия, щелочь, бромистый калий). В последнее время стараются работать с «универсальным» проявителем, дающим одинаково хорошие результаты с различными сортами и марками кинопленки.

§ 132. РЕЦЕПТУРА ПРОЯВИТЕЛЕЙ

Ниже приводятся рецепты проявляющих растворов, применяемых как за границей, так и в СССР для обработки кинопленки (негативной и позитивной).

Негативный нормально работающий проявитель

(Агфа № 5 для работы на рамах)

Воды	100 л
Метола	100 г
Гидрохинона	600 „
Натрия сернистокислого (сульфита) безводного	4 кг
Натрия углекислого (соды безводной)	2 кг 100 г
Калия бромистого	100 „
Калия метабисульфита	120 „
Кислоты лимонной	50 „

Продолжительность проявления 5—6 минут при температуре 18°С.

Негативный мелкозернистый проявитель

(Агфа № 12 для работы на рамах)

Воды	100 л
Метола	800 г
Натрия сернистокислого (сульфита) безводного	12 кг 500 „
Натрия углекислого (соды безводной)	575 „
Калия бромистого	250 „

Время проявления 15—17 мин. при температуре 18°С. При истощении раствора проявителя, что происходит обычно после проявки примерно 15 *м* негатива пленки на 1 *л* раствора проявителя, его можно освежить (только один раз). Для этого в него добавляются по 2 *г* безводной соды на 1 *л* раствора (в виде 20%-ного водного раствора). После такого освежения раствор проявителя прорабатывает негативы не хуже, чем в начале своей работы.

Негативный мелкозернистый проявитель для машинной проявки

(Кодак Д-76)

Метола	2 *г*
Натрия сернистокислого (сульфита) безводного	100 „
Гидрохинона	5 „
Буры	2 „
Воды до объема	1000 *см*³

Рабочая температура проявителя 18°С. Время проявления изображения от 15 до 25 мин. Этот проявитель введен сейчас и в наших и в американских лабораториях как стандартный.

При машинной проявке кинопозитива обычно применяется следующий рецепт проявителя.

Позитивный контрастно работающий проявитель

(Агфа-20)

Воды	100 *л*
Метола	200 *г*
Гидрохинона	400 „
Натрия сернистокислого (сульфита) безводного	2 *кг* 500 „
Натрия углекислого (соды безводной)	1 „ 850 „
Калия бромистого	200 „

Продолжительность проявления — 3—4 мин. при температуре 18°С. Этот проявитель работает достаточно быстро (что имеет производственное значение при массовой проявке огромного количества позитивных копий кинокартин) и дает хорошо проработанное изображение с несколько повышенным контрастом, требуемым для позитива. В американском кинопроизводстве пользуются стандартным позитивным проявителем Д-16, который применяется как для ручной, так и для машинной проявки позитивных копий, лавандовых контратипов, контрнегативов и фонограмм, записанных по трансверсальному методу.

Позитивный стандартный американский проявитель Д-16

Воды	750 *см*³
Метола	0,31 *г*
Натрия сернистокислого (сульфита) безводного	39,6 „
Гидрохинона	6 „
Натрия углекислого (соды безводной)	18,7 „
Калия бромистого	0,86 „
Кислоты лимонной	0,68 „
Калия метабисульфита	1,5 „
Воды холодной	1 *л*

Время проявки от 4 до 15 минут при температуре 18° С

Позитивный проявитель НИКФИ
(Для машинной обработки)

Метола	2	*г*
Гидрохинона	6	„
Натрия серноватистокислого (сульфита натрия кристаллического)	40	„
Натрия углекислого (соды безводной)	25	„
Калия бромистого	4,5	„
Воды до объема	1000	*см*^{3}

По мере уменьшения объема раствора проявителя от впитывания эмульсионным слоем обрабатываемой пленки к первоначальному раствору прибавляют дополнительно раствор, составленный по этому же рецепту, но без бромистого калия.

В больших лабораториях по обработке пленки соответствующие растворы (проявителей и других химикалий) заранее изготовляются в составительном цехе лаборатории, откуда они по специальным трубопроводам и подаются в рабочие отделения.

§ 133. ПРОЦЕСС ПРОЯВКИ ПЛЕНКИ НА РАМАХ

При ручной обработке проявщик негатива обычно погружает в бак с проявителем одновременно две рамы с намотанной на них экспонированной пленкой, предварительно смочив их в баке с чистой водой, чтобы обеспечить от прилипания к эмульсии пузырьков воздуха.

Под действием проявителя на пленке постепенно появляется изображение. Сначала проявляются самые освещенные во время съемки места пленки, которые темными силуэтами (на негативе темные части изображения называются светами) быстро вырисовываются на светлом фоне эмульсии. Затем начинают появляться менее освещенные места, так называемые полутени. Наконец, на эмульсии появятся изображения всех деталей. Даже в тенях (на светлых частях) негатива проработаются все детали.

После этого дальнейший ход появления изображения на пленке как бы приостановится. Хотя изображение кадриков на пленке и появилось полностью, однако вынимать пленку из проявителя нельзя, так как оно пока еще проявилось только на поверхности эмульсии. Поэтому нужно подержать пленку в растворе проявителя еще некоторый промежуток времени для того, чтобы изображение стало более плотным.

Для нормально экспонированного негатива полное время проявления в данном проявителе указывается в рецепте. При отклонениях от нормальной экспозиции при съемке для получения негативов одинакового качества приходится в известных границах варьировать и время проявки его отдельных кусков.

Если вынуть пленку раньше требуемого времени, то изображение на ней будет недопроявленным (негатив будет слишком прозрачным и на нем не проработаются все полутона и детали). Негатив будет контрастным и напоминающим по своему характеру недодержку при экспозиции (рис. 155).

Если же проявлять пленку слишком долго, то все изображение чрезмерно уплотнится и его светлые части затянет вуаль, которая погубит

детали в тенях; в результате получится запроявленный негатив, плотный, густой, затянутый вуалью.

Нормально проявленный негатив должен иметь при небольшой общей плотности светов хорошую градацию промежуточных тонов. У него будут проработаны все детали, а тени — вполне прозрачны и чисты.

В случае неудачи при съемке (недодержки или сильной передержки), если в процессе проявления не удалось достаточно устранить эти недостатки, негатив подвергают дополнительной обработке: усилению или ослаблению уже проявленного и отфиксированного изображения.

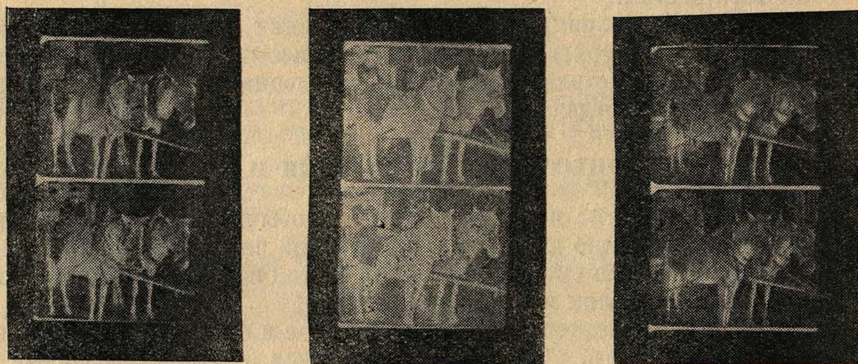


Рис. 155. Образцы одного и того же негатива, проявленного: нормально (слева), слишком мало (в центре) и перепроявленного (справа)

При усилении происходит уплотнение уже проявленных деталей (а не появление новых). При ослаблении растворяются некоторые детали и изображение становится более прозрачным.

Рама с проявленной пленкой вынимается из бака с проявителем, быстро споласкивается в баке с водой и поступает в бак с фиксажем.

Проявление негатива обычно производится, как уже указано выше, при неактиничном освещении (очень слабом темнокрасном или темнозеленом свете). В таких условиях определять качество все время меняющегося проявляемого изображения крайне трудно. Поэтому в настоящее время при проявке на рамах часто применяются десенсибилизаторы, которые, понижая общую чувствительность экспонированной пленки к тем или иным цветным лучам, позволяют проявлять ее при более ярком (более светлом) освещении.

Наиболее распространенными десенсибилизаторами являются желтый и зеленый кинопинакриптол. При употреблении желтого кинопинакриптола его растворяют в воде в пропорции 1 : 2000 и в этот раствор в полной темноте погружают на 2 мин. рамы с пленкой. После этого рамы с десенсибилизированной пленкой переносятся в баки с проявителем и могут обрабатываться при более светлом источнике света.

Иногда раствор десенсибилизатора просто добавляют к раствору проявителя. В последнем случае пленка опускается в бак при полной темноте и только через 2—3 мин. можно вести проявление при яркокрасном или при светлозеленом свете.

Проявленная и промытая в баках с водой пленка помещается в вертикальные баки с фиксажем. Эти баки делаются обычно емкостью в 3—4 раза большей, чем проявочные баки.

Задача фиксирования—растворение и удаление из эмульсии остатков светочувствительных солей серебра, не подвергшихся действию света при съемке и не измененных проявителем. В качестве основного фиксирующего вещества применяется серноватистокислый натрий, часто называемый гипосульфитом.

Нормальная фиксажная ванна

(По Агфа)

Воды	100 *л*
Натрия серноватистокислого (гипосульфита) . .	40 *кг*
Натрия бисульфита (38—40° Bé)	10 *л*

Растворение химических веществ должно производиться в теплой воде при температуре не свыше 50°С.

Фиксирование производится при нормальной температуре 18°С.

Полное время фиксирования — двойное против времени исчезновения на обратной стороне пленки слоя галоидного серебра молочно-желтого цвета, ибо его переход в растворимое состояние благодаря действию гипосульфита происходит через комплексную соль серебра и гипосульфита натрия, которая невидима.

Часто применяется так называемое двойное фиксирование: пленку держат до исчезновения молочно-желтой окраски в первой ванне с фиксажным раствором, а затем переносят во вторую ванну, но уже со свежим раствором фиксажа. Этот способ фиксирования, предложенный проф. Митте, применяется как обязательный при машинной обработке пленки.

Долго держать пленку в гипосульфите не опасно, так как это на металлическое серебро изображения практически не действует. Но если вынуть пленку из раствора слишком рано, то в дальнейшем на пленке появятся желтые пятна, которые совершенно испортят негатив. В отработанных фиксажных растворах накапливается большое количество серебра (до 60% от первоначального количества, содержащегося в эмульсионном слое), которое путем рекуперации (химической или электролизом) утилизируется для надобностей промышленности.

§ 134. РАБОТА В СВЕТЛЫХ ЦЕХАХ

Ополоснув рамы с отфиксированной пленкой в баке с водой, их передают из темного цеха в светлую промывочную.

Здесь рамы с пленкой погружаются в большие вертикальные баки (обычно на 10—12 рам каждый) с проточной водой. Промывка пленки должна продолжаться достаточно долго, обычно около 1 часа, чтобы эмульсионный

слой был совершенно отмыт от следов гипосульфита и комплексной соли серноватистокислого натрия и серебра.

Отмытая от всех остатков химических растворов пленка вынимается из баков с водой, рамы отстаиваются, чтобы с пленки стекла вся вода и после этого рама поступает в сушильное отделение.

На производстве для сушки пленки служат специальные сушильные барабаны (на 500—1000 *м*, реже на 250—300 *м* пленки), на которые мокрая пленка наматывается эмульсионной стороной наружу (см. рис. 154). При сушке барабаны приводятся в быстрое вращение. Температура воздуха в сушилке должна быть не очень высокой, так как в противном случае мокрая эмульсия пленки расплавится (потечет); приблизительная температура сушки 25—27°С.

В сушилке должна быть идеальная чистота, полное отсутствие пыли и хорошая вентиляция, поддерживающая постоянную влажность воздуха около 75-80%. Высушенную пленку осторожно снимают с барабанов, сматывают в ролики и отдают в чистку. Здесь на лотках, обшитых бархатом, пленку со стороны целлулоида осторожно протирают ваткой или марлей, смоченной в спирту, для того чтобы удалить с нее следы отдельных капель воды, затеков и т. п. Существуют для этого и специально сконструированные протирочные машины.

Совершенно чистый и готовый негатив промеряется на специальном приборе — метромере, аккуратно запаковывается в коробки и передается в монтажную, где и хранится со всей тщательностью, ибо он является единственным реальным результатом всех трудов и затрат, произведенных на данную постановку.

§ 135. СЕНСИТОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЯВКА НЕГАТИВА

Наиболее мощные и технически оснащенные лаборатории для обработки кинопленки при проявке негатива применяют машинный метод (проявка по гамме). Сущность его заключается в том, что полученную на студии негативную пленку сначала подвергают полному сенситометрическому анализу и определяют зависимость коэфициента (гаммы) контрастности от времени t проявления в стандартном проявителе. Для этого на сенситометре «Кодак» или «Хертера и Дриффильда» на данной пленке получают четыре сенситограммы, которые проявляют отдельно друг от друга в условиях, соответствующих машинной обработке (проявитель Д-76, t=20°С), но различное время: 10, 12, 14 и 16 мин.

Проявленные сенситограммы промеряются на денситометре и по ним строятся характеристические кривые, по которым и определяют коэфициент контрастности (фактор проявления) для каждого времени проявки отдельно. Затем строится отдельный график зависимости коэфициента (гаммы) контрастности от времени проявления и по нему определяется время будущей машинной обработки данной пленки после съемки на нее изображения.

В СССР наилучшей гаммой для проявки негатива считается $\gamma=0{,}68$ с допуском $\pm 0{,}03$; в Америке — 0,65—0,66 и в Европе — 0,75. Для пози-

тива у нас принята $\gamma=1,8-2,3$ (считая, что $\gamma_{нег}\times\gamma_{поз}=1,35-1,45$; так как при $\gamma_{нег}\times\gamma_{поз}=1$, как того требует правило Гольдберга, позитив будет вялым). При выдаче пленки оператору лаборатория сообщает ему не только все ее характеристические данные, но и будущее время проявки

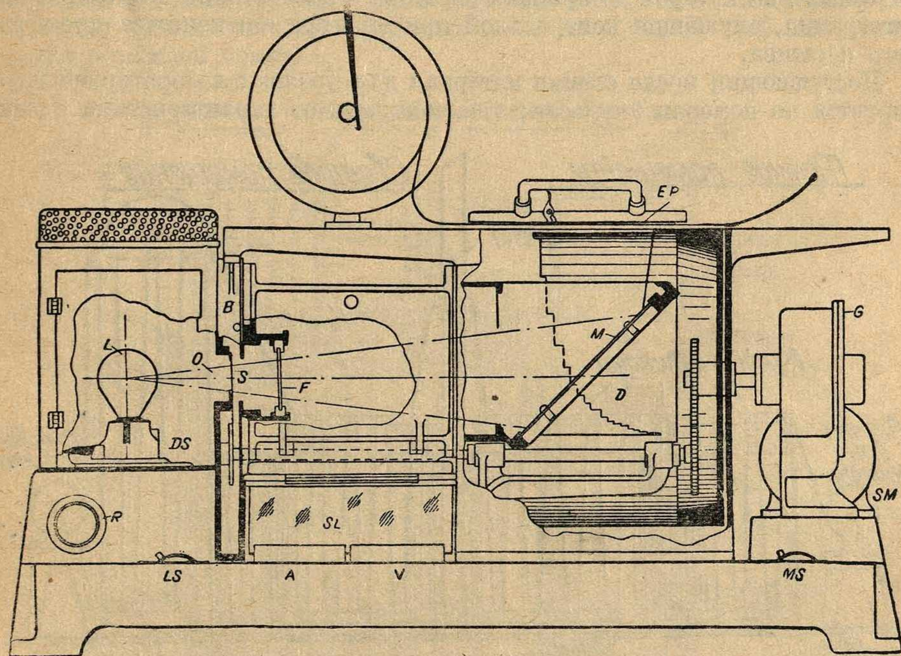


Рис. 156. Сенситометр системы «Кодак» и полученная на нем 18-польная сенситограмма для сенситометрического контроля процесса проявления при машинной обработке пленки. Схема действия сенситометра: свет от источника постоянной яркости L через фильтр дневного света F падает на поставленное под углом в 45° плоское зеркало M. Испытуемая пленка закладывается эмульсией вниз в рамку EP. Между зеркалом M и рамкой с пленкой EP равномерно вращается мотором G барабан D со ступенчатым вырезом 18 полей. При испытании нажимом кнопки B открывают затвор S и свет, отразившись от зеркала M и пройдя через щели барабана, упадет на испытуемую пленку

заснятого на ней материала для получения негатива требуемой гаммы контрастности. Учитывая их, оператор во время съемки так регулирует экспозицию, чтобы при заданном времени проявления в стандартном проявителе Д-76 получилась бы нормальная контрастность и плотность его негативов.

Одинаковая контрастность всего заснятого негатива (даже при его различной плотности) является необходимым условием для получения ровного позитива при массовой печати. Во время съемок оператор на каждом отдельном куске своей пленки оставляет около 0,5 *м* неэкспонированного материала, на котором до проявки негатива в лаборатории печатается сенситограмма, служащая контрольной при определении качества проявленного негатива.

Поступающий после съемки материал для проявки лабораторией группируется по номерам эмульсии; в зависимости от характеристики пленки

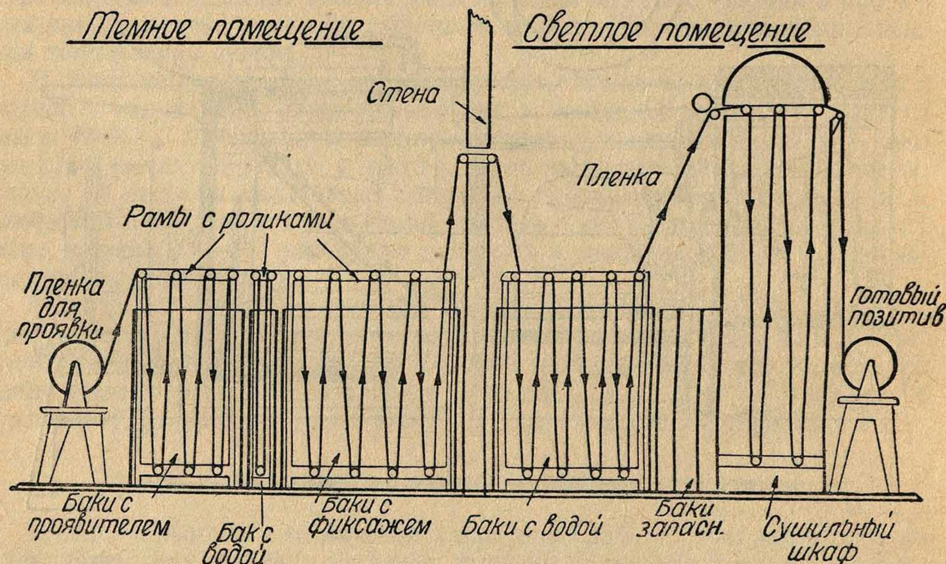


Рис. 157. Принципиальная схема устройства проявочной машины. Стрелки, поставленные на пленке, показывают направление ее движения

определяется необходимое время проявки на машине для достижения нужной контрастности. Для контроля, перед тем как пустить заснятую пленку в машину, пропускаются контрольные сенситограммы (на разное время проявки) идущих в проявление пленок. По этим сенситограммам окончательно определяется необходимое время проявления.

Для постоянного контроля состояния проявителя каждый час между обрабатываемым негативным материалом пропускаются контрольные сенситограммы, отпечатанные на том же материале, что и проявляемая пленка. По этим сенситограммам судят о состоянии проявителя и, если надо, компенсируют его отработанность удлинением времени проявки.

По своей конструкции проявочные машины (проявочные автоматы) представляют агрегат, состоящий из ряда вертикальных баков: с проявителем, с водой, с фиксажем и т. п., внутри которых помещаются штанги с роликами, по которым равномерно движется кинопленка. Время прохождения пленки через каждый бак строго рассчитано так, чтобы его хватило

на окончательную обработку эмульсии соответствующим раствором. Проявочная машина (рис. 157) обычно состоит из двух частей: первая из них, содержащая в себе баки с проявителем, баки с водой и баки с фиксажем, помещается в темной комнате с неактиничным освещением, а остальная ее часть — баки с водой для промывки, баки для специальных целей (для дополнительной обработки) и, наконец, сушильный шкаф помещаются в светлой комнате.

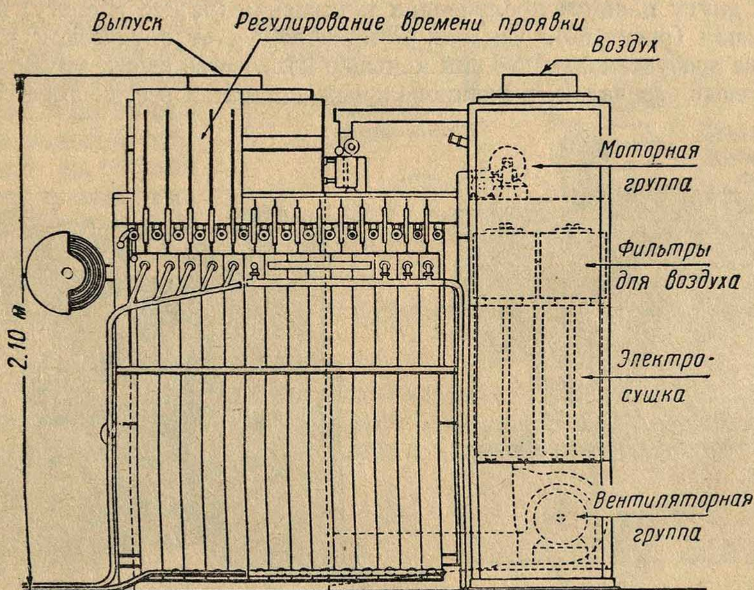


Рис. 158. Схема устройства проявочной машины «DS» модель «С» фирмы А. Дебри

Среди проявочных машин, принятых на советском кинопроизводстве, наибольшим распространением пользуются машины для проявки негатива А. Дебри (с пропускной способностью от 100 до 400 *м* в час), а для проявки позитива и фонограмм — советская двухсторонняя машина завода Кинап «СПМ-2»[1], обрабатывающая от 240 до 1300 *м* пленки в час.

Имеется еще один тип советской проявочной машины «СПМ-5», установленной для испытания на Тбилисской копирфабрике.

Машинная обработка пленки гарантирует наибольшую равномерность проявки и чистоту ее, так как за все время обработки к ее эмульсии не прикасаются руки обслуживающего персонала. Кроме того сушка в герметически закрытых сушильных шкафах, в которые подается только тщательно отфильтрованный и обеспыленный воздух определенной температуры и влажности, также гарантирует максимальную чистоту и прозрачность негатива или позитивной копии.

[1] «СПМ-2» означает: советская проявочная машина, модель вторая. Размеры «СПМ-2»: 3 *м* 40 *см* × 1 *м* 26 *см* × 81 *см*. Вес 3 400 *кг*. — *Н. А.*

§ 136. ПЕЧАТЬ ПОЗИТИВА

Процесс печати позитивной копии с негатива производится в специальных копировальных аппаратах. Несмотря на конструктивные различия, в основном их устройство одинаково. В них имеется источник света постоянной мощности, который посылает свои лучи к экспозиционному окну, перед которым передвигаются сложенные своими эмульсионными слоями и плотно прижатые друг к другу пленки: проявленная негативная (ближе к свету) и свежая позитивная (рис. 160). Так как в зависимости от оптической плотности негатива требуется большее или меньшее количество света, чтобы получить нормальный отпечаток, в копировальных аппаратах всегда имеется приспособление для регулировки времени выдержки или интенсивности света (изменяются размеры щели, перед которой равномерно движется негативная и позитивная пленки, либо изменяется яркость источника света).

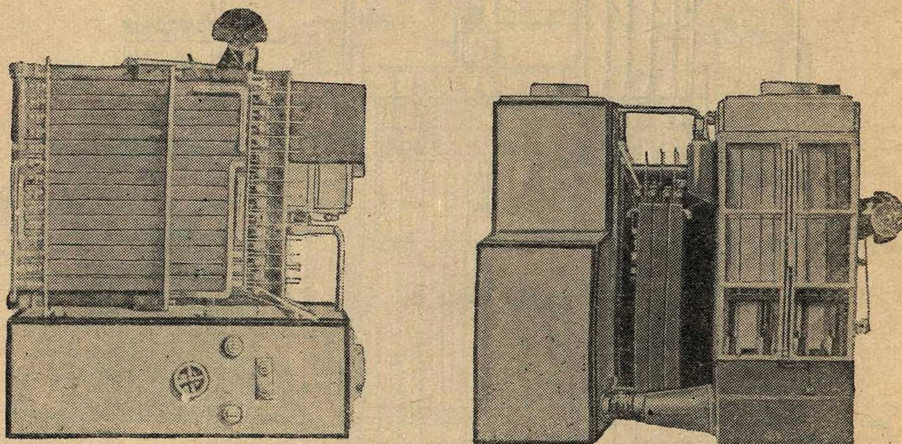


Рис. 159. Общий вид проявочной машины А. Дебри «DS» модель «С»

Наиболее распространенным типом копировальных аппаратов являются печатные машины с постоянной щелью и с переменной яркостью источника света за счет введения реостата (рис. 161). Последний во время работы регулируется либо вручную либо при помощи специальных автоматов с «паспортами», на которых условными высечками указано, с какой яркостью света нужно печатать каждый данный кусок негатива.

Чтобы установить свет при печати позитива, с куска негатива или печатают пробу, или на глаз оценивают степень общей непрозрачности негатива и указывают соответствующую яркость света в копировальном аппарате. Эта операция требует от установщика света очень большого опыта, внимания и знания художественных замыслов творческих работников по данной картине. Поэтому на смену субъективным методам установки света пришли объективные методы с помощью пробной печати («Сайнекс», Винокуров и др.) или с помощью фотометров (Гайер).

Принятый на американском производстве и отчасти в СССР прибор «Сайнекс» дает одновременный отпечаток 11 кадриков с каждого куска негатива (рис. 162), сделанных на 11 различных светах (через одно деление по шкале света копировальных аппаратов «Бэл-Хауэлл»). В этот прибор закладывается уже смонтированный или склеенный ролик негатива. При его пропуске «Сайнекс» после каждой склейки или после специальной пробивки дает на чистой позитивной пленке отпечаток 11 кадриков начала куска негатива, сделанных на 11 разных «светах», после чего позитив выключается до следующего куска.

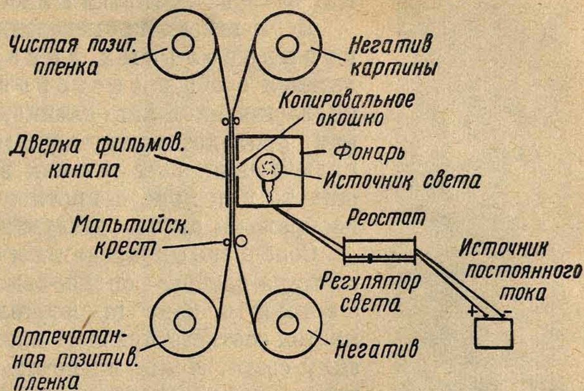


Рис. 160. Принципиальная схема устройства копировального аппарата

Позитивную пленку с пробами проявляют на машинах в нормальных условиях и сдают их установщику света или оператору, который по ним и определяет номера света для каждого куска негатива. Для определения

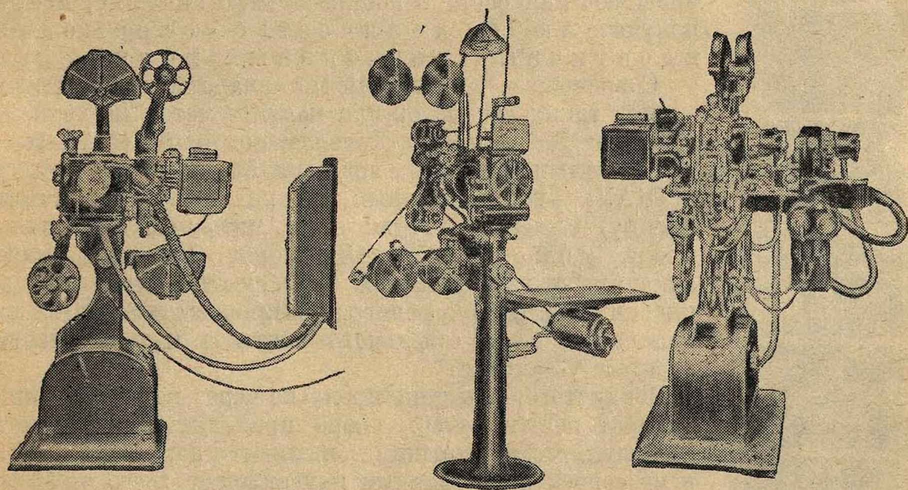


Рис. 161. Современные копировальные аппараты: «Типро-Комбине» А. Дебри; американский аппарат «Бэлл-Хауэлл»; французский «Матипо», модель «TV» системы А. Дебри

света при печати фонограммы негатив ее пропускают также через специальный фотометр с фотоэлементом, который показывает плотности звуковой дорожки по специальной шкале. По специальной таблице эти показания



Рис. 162. Образец пробной печати негатива на «Сайнексе»

фотометра переводятся в числовые данные световой шкалы копировального аппарата. Эти данные сейчас же заносятся в так называемые световые паспорта, которые хранятся в лаборатории вместе с негативом.

Если печать производится на автоматических копировальных аппаратах, то для них заготовляется особый световой паспорт с пробивками на засвеченной кинопленке, которая, являясь изолятором, проходит между двух рядов пружинных контактов, включающих свет той или иной яркости (т. е. включающих то или иное сопротивление реостата). На рис. 163 изображена схема действия такого паспорта.

Сообразно с показаниями «Сайнекса» или установщика света на паспорте специальной машинкой делаются просечки в виде прямоугольников; сквозь них соединяется соответствующая пара контактов, регулирующих силу света. Лента паспорта в копировальном аппарате передвигается специальным прибором только тогда, когда нужно изменить установку света (для этого в соответствующих местах негатива на месте склейки по краю перфорации высекается серпообразный вырез, который позволяет замкнуться специальным контактам, включающим прибор, передвигающий паспорт).

Пользуясь таким паспортом для автоматического переключения света в копировальном аппарате, можно получить любое количество совершенно идентичных позитивных копий.

Современные копировальные аппараты принадлежат к типу таких автоматов или полуавтоматов (например, «Матипо» Дебри и «Бэл-Хауэлл», советские «КАН-1»— копировальный аппарат под нормальную 35-*мм* пленку и «КАУ» — копировальный аппарат под узкую 16-*мм* пленку) и имеют источник света, питаемый постоянным током от аккумуляторов. Работают такие аппараты от электромотора со скоростью около 1000 *м* пленки в час. Печать фонограммы производится в этих же аппаратах, но с отдельного негатива и в отдельном агрегате установки.

Ввиду того, что при пропуске через копировальный аппарат негатив очень скоро приходит в негодность (портится его перфорация, появляются царапины и т. п.) и по современным данным выдерживает всего от 30 до 100 пропусков, в то время как требуется изготовление значительного числа копий[1], появились особые копиро-

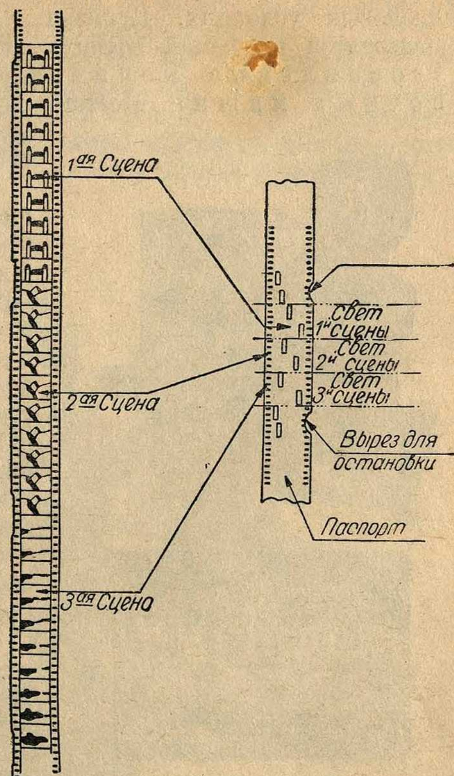
---

[1] По данным 1939 г. средний тираж игровых фильмов составлял 600 копий, причем лучшие фильмы намного превышают эту норму. «Чапаев» имел тираж 1 800 копий, первая серия «Петра I»—1 900 копий, «Александр Невский» и «Ленин в 1918 году»—свыше 1500 копий каждый и т. д.—*Н. А.*

вальные аппараты так называемой оптической печати; в них при одном пропуске негатива одновременно печатается с помощью оптической системы несколько позитивных копий.

Чтобы сохранить в целости негатив-оригинал, представляющий громадную ценность (стоимость всех затрат при постановке фильма), в настоящее время массовую печать копий ведут не непосредственно с негатива фильма, а с дубльнегативов. Для этого на специальной лавандовой пленке печатают с оригинала негатива три позитива (лавандовая копия). Далее с лучшего из этих трех позитивов на специальной пленке дубльфильм печатается потребное число контрнегативов из расчета приблизительно 1 негатив на 40 позитивных копий для будущего проката.

Специальная лавандовая пленка и дубльфильм применяются с целью получения дубльфильма (контратипа и контрнегатива), возможно более близкого по своим сенситометрическим данным (контрастность, плотность и пр.) к оригиналу-негативу. Проявка лавандовой пленки производится, как обычной позитивной, а дубльфильма — как негативной.



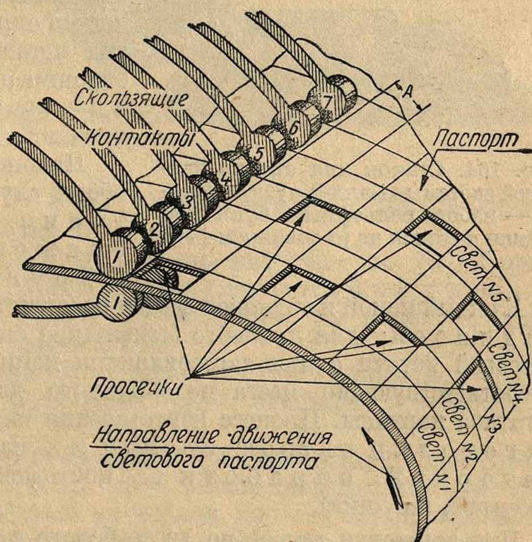


Рис. 163. Схема переключения света при помощи «паспорта»

§ 137. ОБРАБОТКА ПОЗИТИВА

Так как в копировальных аппаратах для всех частей позитивной пленки дается одинаковая и вполне нормальная экспозиция, то и весь отпечатанный позитив можно проявлять полностью в

одинаковых условиях. Проявка пробного позитива иногда производится на рамах вручную, но чаще на машинах; массовое изготовление копий ведется только с применением проявочных машин. Поэтому вся обработка пленки в лабораториях массовой печати производится исключительно машинным способом.

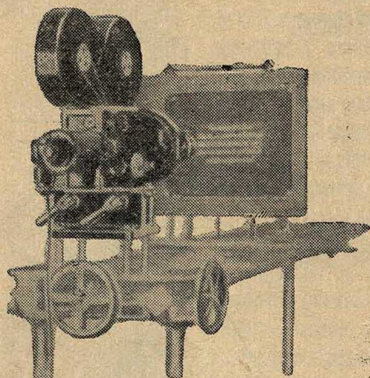






Рис. 164. Станок для съемки надписей системы «Бэлл-Хауэлл». Внизу — набор рельефных букв для съемки надписи на рисованном фоне

Иногда для достижения того или иного художественного впечатления в процессе изготовления позитива его окрашивают в различные цвета. При этом нужно различать два случая: в одном — получают черное изображение на каком-нибудь цветном фоне, а в другом — цветное изображение на белом фоне. Первый случай называется окраской и состоит в том, что при помощи анилинового красителя окрашивают весь слой желатины, а металлическое серебро, из которого состоит изображение, остается черным.

Второй случай (цветное изображение на белом—прозрачном—фоне) называется вирированием. Здесь благодаря химической реакции металлическое серебро или превращается в окрашенное соединение серебра или заменяется окрашенными соединениями других металлов. Поэтому при вираже окрашивается только изображение, а желатина остается прозрачной.

Наконец, возможно и соединение обоих случаев, которое и дает сочетание окрашенного изображения с окрашенным в другой цвет фоном.

Каждый немой и звуковой фильм содержит в себе то или иное количество надписей; для пробного экземпляра они печатаются отдельно, а для массовой печати с них заготовляются негативы, которые и вклеиваются в соответствующие места подобранного для печати лавандовых копий негатива картины. Процесс изготовления надписей для фильма состоит из заготовки титров, съемки их на позитивную пленку и лабораторной обработки последней (проявка, фиксирование, промывка и сушка).

При заготовке титров на листе белого с ровной матовой поверхностью картона стандартных размеров матовой черной краской или матовой тушью рисуется или печатается нужный текст. Необходимо, чтобы шрифт

был удобочитаем, прост и четок; размеры букв должны быть достаточно велики — высотой в 1,5—2 *см* при толщине штрихов в 2—3 *мм*.

Заготовленные титры укрепляются в специальной раме против объектива съемочной кинокамеры, которая заряжается позитивной пленкой глянцем в сторону объектива. Титры освещаются равномерно и снимаются на нужное количество метров пленки (считается нормой 1 *м* надписи на одну строчку) После этого пленку проявляют и по-

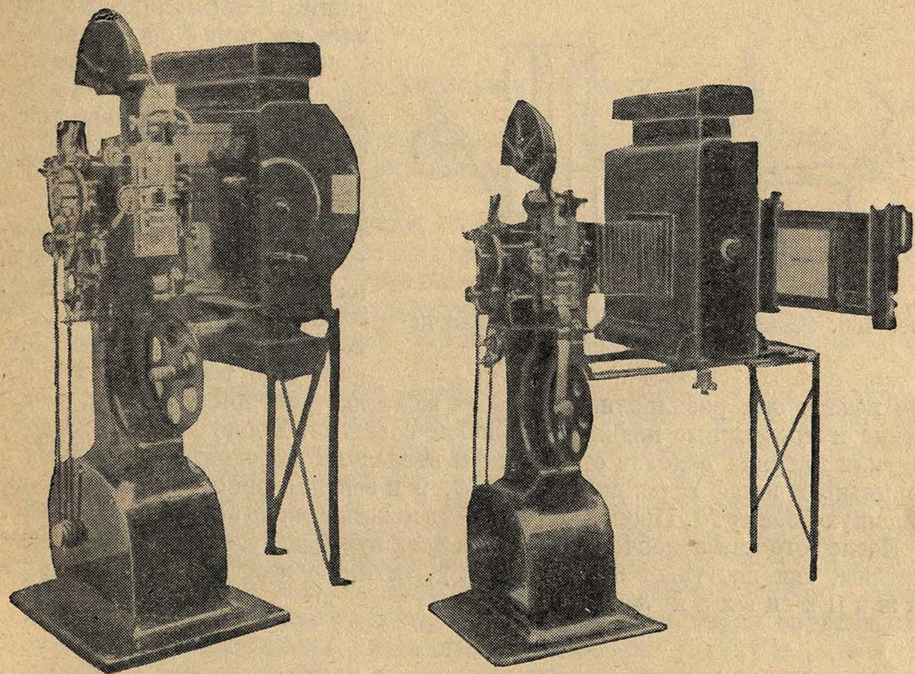


Рис. 165. Машина «Титра» А. Дебри автоматического типа (слева) и полуавтоматического (справа)

лученное негативное изображение **титра** (белые буквы на черном фоне) вклеивают в фильм.

Для съемки надписей имеются и специальные машины (рис. 165) производительностью до 1000 *м* в час. В них надписи снимаются напросвет, т. е. с прозрачных титров (отпечатанных на кальке), сзади которых помещаются лампы ртутного света.

Для съемки рельефных надписей на каком-нибудь (рисованном) фоне на него кладут стекло, потом рельефные буквы; освещают и снимают в обычном порядке (рис. 164).

В звуковых фильмах на иностранном языке в самом кадре с изображением впечатываются субтитры, поясняющие непонятные зрителю разговоры. Такие надписи пишутся на черном картоне белой краской, снимаются на отдельной позитивной пленке, проявляются и закладываются в копировальный аппарат между негативом и чистой позитивной пленкой.

В некоторых копировальных аппаратах (например типа «Дебри ТУ») имеется специальное приспособление для печати субтитров во время изготовления копий.

В тех случаях, когда имеется уже готовая позитивная копия и в нее надо впечатать субтитр, применяется особая машина, схема устройства которой показана на рис. 166. Пленка сматывается с бобины *1*, проходит между подушек *11*, которые смачивают ее эмульсию смесью воды, спирта и формалина, и поступает на стол *2* с пластиной *3*. Здесь пленка проходит эмульсионным слоем вверх и передвигается с помощью грейферного механизма точно на один кадр. На пластине *3* с помощью матрицы *5* с типографским шрифтом, укрепленной на солидной подставке *4*, на пленку печатается субтитр. Электропечь, помещенная в подставке *4*, нагревает матрицу *5* до температуры 90°С, при печати она расплавляет под собой желатиновый слой эмульсии, давая четкие и прозрачные надписи на любом позитиве. После съемки каждого кадрика матрица отходит от пленки и последняя передвигается дальше в сушильный шкаф с роликами *6*, *7*, *8*, 9 и вентилятором *12* и затем — на приемную бобину *10*. Производительность машины около 50 *м* надписей в час.

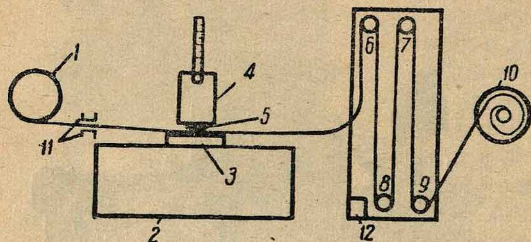


Рис. 166. Схема устройства машинки для печати субтитров

После того как закончена заготовка всех нужных кусков будущей кинокартины, она поступает на сборку, которая производится в монтажных цехах лаборатории.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

В. И. Шеберстов, «Химия проявителей и проявления», Гизлегпром, М., 1933, ц. 5 р. 20 к.

Сольский и Мархилевич, «Лабораторная обработка кинопленки», Гизлегпром, М., 1933, ц. 9 р. 15 к.

Е. А. Иофис, «Технология обработки кинопленки», Госкиноиздат, 1939, ц. 12 р.

СБОРКА ФИЛЬМА

§ 138. МОНТАЖНЫЙ КАДР

Когда с отдельных съемок в лаборатории изготовлены негативы и первые позитивные копии с них, последние поступают для сборки из них фильма (для монтажа).

Не следует думать, что монтаж состоит только в подборке соответствующих кусков съемки и в расположении их в том порядке, который предусмотрен сценарием. В действительности, монтаж — это творческая организация (а не только техническая склейка) всего снятого материала в полноценное произведение киноискусства.

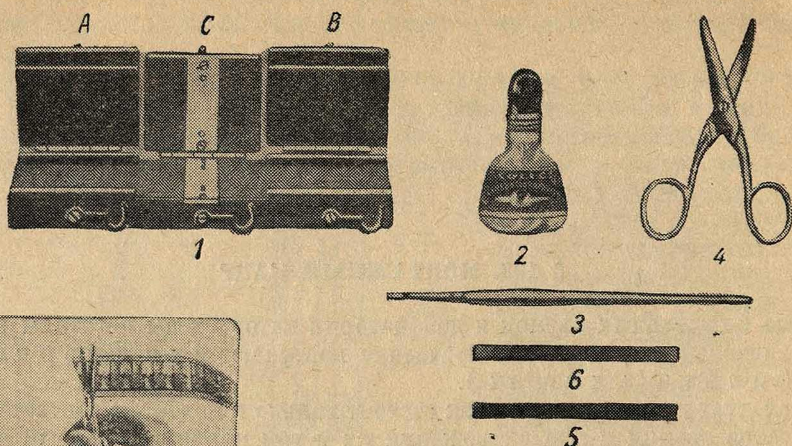
Поэтому при изучении вопроса сборки фильма всегда нужно различать: 1) чисто техническую работу, сводящуюся к механической склейке различных позитивных кусков в одну непрерывную ленту фильма и подборку к ней соответствующих кусков фонограммы и 2) творческую организацию этих кусков, т. е. монтаж, который выражается в установлении определенной последовательности расположения отдельных кусков фильма и их длины.

Монтажный кадр, т. е. кусок пленки, снятый обычно с одной точки без перерыва и показываемый на экране между двумя другими изображениями (монтажными кадрами), может иметь любую длину, начиная от одного кадрика и до нескольких десятков метров. Если один кусок непрерывной съемки будет при монтаже разрезан на несколько частей, вклеенных между кусками других съемок, то каждая из этих частей будет называться отдельным монтажным куском, или монтажным кадром.

§ 139. ТЕХНИКА СКЛЕЙКИ ФИЛЬМА

Технически сборка кинокартины из отдельных кусков снятых сцен и объектов заключается в последовательной подклейке этих кусков позитивной пленки друг к другу при помощи специального клея; им склеивается целлулоид одного куска с целлулоидом другого (эмульсионные стороны пленки ни между собой ни к целлулоиду не приклеиваются).

В качестве клея обычно применяется либо амилацетат (грушевая эссенция) либо смесь ацетона с последним (пополам), в которых растворяется коллоксилин (иногда вместо него применяют несколько кусочков очищенного от эмульсии целлулоида пленки). Этот клей обладает свойством растворять поверхностный слой склеиваемых целлулоидных



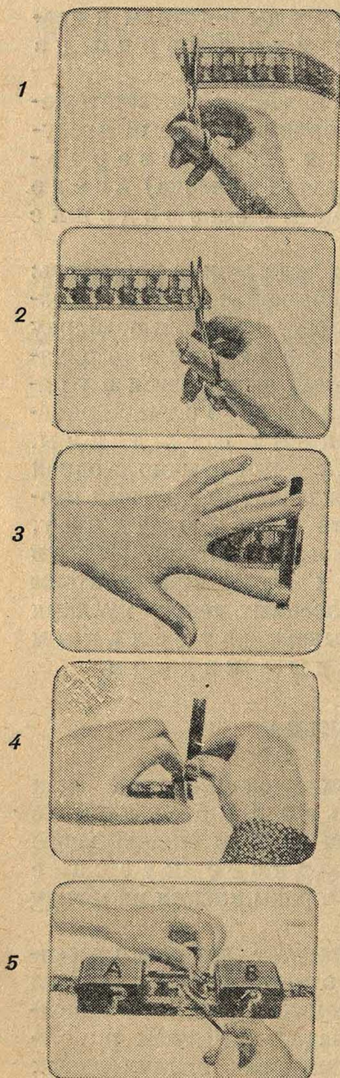


Рис. 167. Набор инструментов для склейки фильмов: *1* — пресс для склейки (*A*, *B* и *C* — его откидные крышки); *2* — флакон с клеем; *3* — кисточка для клея; *4* — ножницы; *5* — металлическая линейка и *6* — зачищалка. Сбоку—различные этапы склейки фильмов: *1* — обрезка «головы» позитива; *2* — обрезка «ног» позитива; *3* — накладка металлической линейки на конец первого позитивного куска; *4* — зачистка; *5* — склейка

лент; после соединения их легко испаряющийся клей быстро улетучится, а обе целлулоидные поверхности будут прочно скреплены.

Нормальный набор инструментов для ручной склейки фильма показан на рис. 167 сверху. Для склейки конец одного куска пленки обрезывается строго по кадровой черте, отделяющей соседние кадрики. В другом куске, который нужно склеить с первым, пленка перерезается так, чтобы кроме кадровой черты осталось еще около $^1/_4$ кадрика вместе с одной парой отверстий перфорации (при склейке негатива оставляют более узкую полоску за кадровой чертой всего в полперфорации). После этого пленку кладут эмульсией вверх и накладывают на нее ограничительную линейку *5* так, чтобы край ее лежал точно на кадровой черте. Выступающий наружу край эмульсии счищается зачищалкой *6*.

Очищенная от эмульсионного слоя целлулоидная основа пленки тщательно протирается чистой тряпочкой и закладывается эмульсией вниз в пресс для склейки так, чтобы крайние отверстия

перфорации были надеты на те два шпинька, которые имеются посредине пресса. После этого конец пленки зажимается прижимной крышкой *A*.

На те же шпиньки поверх уже заложенной пленки накладывается другой кусок склеиваемого фильма (также эмульсионным слоем вниз) так, чтобы отверстия перфорации зачистки (узенькой полоски без желатина) были надеты на шпиньки пресса. Закрыв прижимную крышку *B*, закрепляют в прессе второй кусок пленки. После этого, осторожно приподняв кусок пленки с зачисткой, кисточкой, не густо смоченной в клее, промазывают обе поверхности склеиваемых кусков, накладывают их одну на другую и зажимают место склейки зажимом *C* (средней крышкой на рис. 167.)

После этого склейщица приступает к обрезке и зачистке следующего куска, оставляя пресс закрытым. Затем она открывает все три прижимные

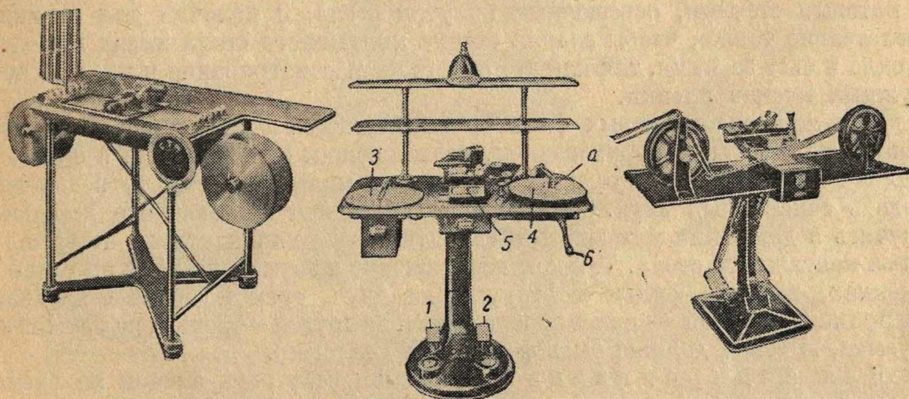


Рис. 168. Столы для склейки фильмов. Слева — стол для синхронизации при склейке четырех пленок; в центре — машина для автоматической склейки фильмов (системы А. Дебри); справа — такая же машина американской конструкции «Бэлл-Хауэлл»

крышки *A*, *B* и *C*, вынимает пленку и проверяет качество склейки. Если между склеенными поверхностями нет белесых воздушных пузырьков, то склейка произведена хорошо.

С 1 января 1940 г. введен общесоюзный стандарт на склейку (ОСТ-КИНО 5), по которому кинопленка должна иметь склейку шириной в 2 *мм*; склейка же кинофильмов имеется двух классов: по 1-му классу ширина склейки должна иметь 2 *мм*, а по 2-му — 4 *мм*.

При склейке 1-го класса оба конца склеиваемого фильма обрезаются по кадровой черте на расстоянии 3,37 *мм* от средины последней перфорации изображения. Один конец зачищается и накладывается на другой кусок так, чтобы покрыть его на ширину 2 *мм*.

При склейке 2-го класса конец одного куска обрезается строго посредине кадровой черты между соседних перфораций, а конец другого куска — на расстоянии 6,5 *мм* от средины последней перфорации у изображения.

Склейки 2-го класса допускаются только в киносети при отсутствии склеечных прессов.

Склейка должна выдерживать разрывную нагрузку не ниже 20 *кг* (по всему сечению).

В целях ускорения склейки некоторые заграничные фирмы выпустили специальные машины (автоматические и полуавтоматические) для склейки кинопленки. На рис. 168 показана подобная машины фирмы А. Дебри. Она состоит из прочного стола с свободно вращающимся диском *3*, на который кладется ролик склеиваемого фильма. Пленка проходит через специальный прибор *5*, который при помощи ножных педалей *1* и *2* обрезает, зачищает и склеивает пленку. Дальше склеенная пленка поступает на диск *4* горизонтальной моталки с прижимной катушкой *а*. Ось моталки *4* приводится в движение ручкой *6*.

Для склейки и для монтажа фильма служат специальные монтажные столы, которые обязательно должны иметь моталку, окошечко с матовым стеклом, освещаемым изнутри стола, и полочки для пленки; желательно также, чтобы задняя стенка монтажного стола имела матовые стекла и свет за ними, так как это облегчает рассматривание и нахождение нужных кусков пленки.

При монтаже звуковых фильмов применяются более сложные звукомонтажные столы с оборудованием, позволяющим одновременно с показом фильма на монтажном столе на специальном маленьком экране воспроизводить записанный звук. Эти приборы позволяют при монтаже детально изучить в движении каждый кусок монтируемой кинокартины, не выходя из-за монтажного стола. Так как изображение и звук снимаются на разных пленках, вначале фильм монтируют на двух, трех и больше пленках (например, на одной — немое изображение, на другой — речь, а на третьей — музыка, которая должна быть фоном для диалогов).

Для синхронизации движения всех этих пленок во время определения их длины служат монтажные столы со специальным оборудованием, вроде показанного на рис. 169. В основном оно состоит из спаренных, строенных или учетверенных моталок для пленки, синхронно вращающихся как вперед, так и назад. Они устроены так, что любую из пленок можно придержать, в то время как остальные будут перематываться совершенно одновременно. Для пленки с фонограммой ставится специальный счетчик прошедших через него кадров. При прохождении склейки фонограммы в звуковоспроизводящем аппарате она издает резкий щелчок (вследствие резкого перехода от прозрачного слоя к непрозрачному). Для устранения этого склейку фонограммы сверху покрывают черным треугольничком туши.

Только после того как звуковой фильм окончательно утвержден всеми инстанциями, по нему на тех же синхронизирующих столах подбирают соответствующие куски негатива изображения и фонограмм, печатают лавандовую копию, на которой и изображение и звук будут уже находиться на одной пленке.

§ 140. МОНТАЖ КАК ТВОРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЛЬМА

Сборка фильма не идентична сборке какой-либо машины, так как в последней все заготовленные части ее имеют строго определенное назначение. При сборке кинокартины каждая ее деталь, т.е. каждый мон-

тажный кадр в зависимости от его нахождения в ряде других кадров фильма меняет свое качество воздействия на зрителя в том или ином направлении. Поэтому монтаж является не только техническим средством сборки фильма (склейкой), но и средством выявления мировоззрения творцов фильма и идеологической целеустремленности картины.

Монтаж ставит перед собой определенные задачи воздействия на зрителя, которому все время приходится проделывать сложную мозговую работу. Зритель должен не только быстро расшифровать содержание каждого показываемого ему монтажного кадра, но и увязать его с предыдущим, чтобы понять содержание фильма. Кроме того, в каж-

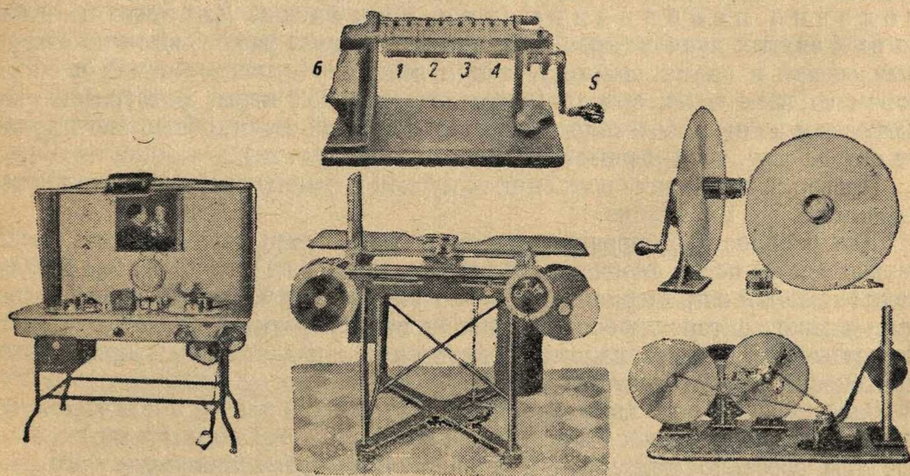


Рис. 169. Оборудование для синхронной подборки изображения и фонограмм. В центре — монтажный стол для синхронизации четырех пленок системы А. Дебри с электромотором; слева — современный звукомонтажный стол, оборудованный проекцией изображения и звука; сверху: *1*, *2*, *3*, *4* — ведущие зубчатые барабаны, синхронно вращающиеся от одной рукоятки *5* и снабженные счетчиком *6*; справа сверху — двойная моталка с общей осью; внизу — моторная моталка для двух пленок (для изображения и фонограммы) со счетчиком кадров

дом монтажном кадре он должен, как бы мало ни было время его показа, увидеть то основное, ради чего этот кадр ему показывается.

Наконец время показа данного кадра должно заполнять емкость внимания к нему зрителя.

Непрерывность интереса к тому кинодействию, которое зритель видит на экране и слышит,— вот та основная задача, которая стоит перед режиссером, когда он начинает собирать, т. е. монтировать, свою картину из заснятого материала.

Таким образом цель монтажа состоит в том, чтобы:

1) направлять внимание зрителя на основное и убирать все лишнее, побочное и мешающее восприятию основного;

2) облегчать зрителю понимание происходящего на экране действия и вызывать у него те или иные эмоции;

3) воздействовать на его психическое состояние посредством определенного чередования кадров и изменения темпа их смены (ритм монтажа).

Следовательно, смотря хорошо смонтированный фильм, зритель целиком находится под влиянием режиссера, который устанавливает его внимание и чувства сообразно со своими творческими замыслами.

То обстоятельство, что монтаж фильма есть творческая организация снятого материала, а не его простая подборка и склейка по сценарию, заставляют из огромного количества экспонированной пленки (обычно в 5—6 раз большего, чем должна быть длина готового фильма) тщательно отобрать только те куски, которые безусловно необходимы для монтажа. Для этого позитивы со всех снятых кусков (кроме технического брака) разбиваются по отдельным сценам и внимательно изучаются режиссером, ассистентами и оператором со всех точек зрения (качество актерской игры, фотографическая четкость и композиция кадра, качество звуковой части, общее впечатление от кадра, свет, темп и ритм движения актеров и т. п.).

Проверка и изучение всех снятых кусков и фонограмм проводится путем просмотра их на экране.

Для чернового отборочного просмотра все куски данной сцены (желательно вскоре после окончания съемки ее, когда еще не забыты все детали) подклеиваются в примерном порядке по сценарию со всеми дублями, вариантами и даже с актерским браком, так как часто и среди него удается выбрать несколько интересных кадров, которые могут в дальнейшем пригодиться при окончательном монтаже картины.

Следует обращать внимание на то, чтобы позитивные отпечатки для монтажа (рабочий экземпляр) были сделаны особенно тщательно и представляли собой максимум того, что можно получить с данных негативов, ибо по ним определяется окончательная годность и ценность каждого монтажного кадра.

Эти склеенные в сценарном порядке куски позитива внимательно просматриваются режиссером на экране, причем он сейчас же указывает ассистенту и монтажнице на те куски, варианты и дубли, которые, по его мнению, не годятся и в картину не войдут. Следует запомнить, что работа по монтажу кинокартины все время ведется по методу исключения всего лишнего и негодного. Поэтому режиссер просматривает материал много раз, для того чтобы отобрать только то, что по его мнению может и должно войти в монтаж данной сцены как наиболее ярко передающее содержание соответствующих кадров сценария. При отборе кадров для монтажа той или иной сцены режиссер должен обращать самое серьезное внимание на то, чтобы:

а) каждый монтажный кадр был удобопонимаемым и выразительным, так как только тогда зритель легко расшифрует его, поймет и сможет правильно реагировать на него. В связи с этим встают вопросы и чисто технического порядка, т. е. чтобы кадр был хорошо освещен и снят оператором, чтобы негатив был нормальный;

б) отдельные кадры данной сцены могли монтироваться между собой, т. е. чтобы они имели между собой следующие общие элементы:

1) одинаковую зрительную и световую композиционную схему (линейную и тональную композицию);

2) одинаковое техническое качество негатива;

3) правильную передачу места действия так, чтобы при переходе от одного монтажного кадра к другому зритель легко разбирался, где и что происходит;

4) одинаковый внутрикадровый ритм и темп действия, так как только при соблюдении этого единства зритель не заметит толчка при переходе с одного кадра и плана на другой;

5) при переходе с плана на план (при перемене масштаба съемки) движения главных действующих лиц, за которыми следит зритель, должны быть совершенно одинаковыми;

6) качество звучания одного и того же персонажа в соседних кусках должно быть одинаковым по тембру и по силе.

Кроме того, желательно иметь наиболее плавные переходы с одного плана (например, с крупного) на другой (например, на общий) через несколько других промежуточных планов (например, через несколько средних планов).

§ 141. ЭТАПЫ МОНТАЖА ФИЛЬМА

Когда закончена отборка материала для монтажа какой-нибудь сцены, все монтажные кадры последовательно подклеиваются друг к другу в порядке сценарной схемы, причем они не подрезаются и не перерезаются отдельными вставками; также склеиваются и соответствующие им фонограммы. Такая предварительная сборка эпизодов фильма называется последовательной тематической склейкой или предварительным (черновым) монтажом.

Во время предварительного (чернового) монтажа режиссер основное внимание обращает на правильную монтажную сборку и разработку отдельных сцен, а не всей вещи в целом. Затем он эти отдельные эпизоды и сцены собирает в соответствующие части кинокартины, причем далеко не всегда и не все режиссеры монтируют свои картины в последовательности развертывания сюжета, т. е. сначала 1-ю часть, затем 2-ю, 3-ю и т. д., хотя именно такой порядок сборки фильма наиболее желателен.

Иногда монтаж фильма идет параллельно со съемкой. Как только из лаборатории получен позитив какой-нибудь снятой сцены или эпизод, режиссер и монтажер обязан просмотреть его на экране, изучить и отобрать все нужное и сейчас же приступить хотя бы к черновому монтажу данной сцены. При таком порядке работы режиссер всегда имеет возможность своевременно выяснить, какие куски у него «не монтируются», чего ему нехватает и немедленно доснять все необходимое.

Черновой монтаж еще не выявляет качества будущего фильма в целом, но лишь в известной степени показывает его потенциальные возможности и вскрывает внутреннюю силу отдельных монтажных фраз и эпизодов. Обычно в черновом монтаже фильм имеет в 1 $^1/_2$—2 раза больше материала, чем он должен иметь в окончательном виде. Поэтому в дальнейшем режиссер снова начинает выбрасывать из него все ненужное и менее

ценное, подчищая каждую монтажную фразу и даже отдельные кадры.

Дальнейшее сокращение монтажных кусков (подрезка кадров) заключается в том, чтобы не оставить в картине ни одного лишнего с точки зрения художественной необходимости кадрика или куска фонограммы. Но такую подрезку кадров следует производить очень осторожно. При этом нужно учитывать емкость внимания зрителя в данном месте картины к данному монтажному кадру. Другими словами: длина каждого куска фильма должна соответствовать тому времени показа его на экране, которое, по мнению режиссера-монтажера, потребно для того, чтобы он дошел до сознания зрителя, т. е. чтобы последний успел увидеть или услышать в нем то, что хочет ему рассказать в данном кадре режиссер кинокартины.

Второй момент, на который при монтаже фильма режиссер все время должен обращать сугубое внимание, — это связь соседних монтажных кадров по линии движения действующих лиц, звука и т. п. В особенности важно это при переходе с плана на план, т. е. при перемене масштаба изображения действующих лиц.

§ 142. ТЕХНИКА МОНТАЖА

Резкие изменения масштаба действующих лиц, в особенности в звуковом кино, где укрупнение плана обычно сопровождается и соответствующим усилением звука, за редким исключением нежелательны, так как зрителю будет трудно сразу разобраться в новом кадре и увязать его с предыдущим. При всех переходах с плана на план режиссеру-монтажеру все время приходится следить за тем, чтобы движения и реплики главных действующих лиц при перемене плана сливались в одно непрерывное естественное движение.

При переходе с плана на план рекомендуется делать разрезку на незаконченных движениях. Но при окончании какой-нибудь отдельной сцены или эпизода нужно строго следить за тем, чтобы главные актеры, к игре которых привлечено внимание зрителей, успели закончить свои движения и реплики. То же относится и к музыке.

Из остальных главных законов техники монтажа укажем на основное правило кадросцепления, которое гласит, что монтажные кадры должны соединяться в определенном логическом порядке; это означает, что присутствие каждого монтажного куска в соседстве с другими должно быть строго оправдано и понятно зрителю.

При переходе от одного монтажного эпизода к другому обычно дают «проходные кадры» или звуковые стыки, обеспечивающие плавный переход от одной сцены к другой.

В крайнем случае связующим звеном между отдельными монтажными сценами в звуковом кино могут служить надписи, причем они наименее желательны, так как обычно перебивают динамику развития сюжета фильма.

Прежде чем приступать к монтажу, режиссер, тщательно изучив каждый из отобранных кусков, составляет монтажную схему, т. е. предполагаемый порядок их расположения, беря за основу то или иное качество их. Режиссер прежде всего разрабатывает схему по линии художественного замысла, т. е. идеи фильма. Так родится первый ряд кадросцепления, который мы назовем «монтажем по смыслу».

Предположим, что мы имеем для монтажа данной сцены девять отобранных кусков, которые по смыслу должны быть расположены в следующей последовательности: *1*; *2*; *3*; *4*; *5*; *6*; *7*; *8* и *9* (рис. 170, верхняя жирная линия). Но когда мы внимательно просмотрели эти же куски по линии движения, то оказалось, что кадр 1-й не монтируется со 2-м, а 2-й кадр не монтируется с 3-м и т. д.; монтируя по линии движения, эти кадры могут быть соединены только в таком порядке: *2*; *5*; *3*; *6*; *7*; *1*; *4*; *9*; *8* (рис. 170, вертикальная линия).

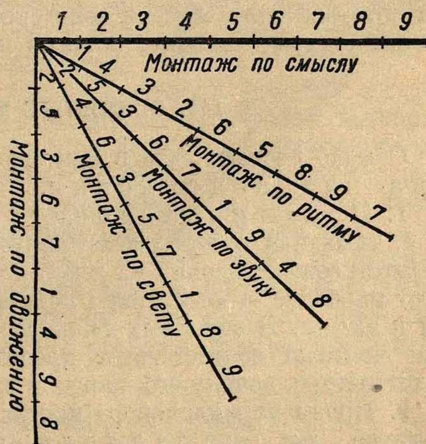


Рис. 170. Схема монтажных возможностей по различным признакам (по смыслу, по движению, по ритму, по свету и т. д.)

Анализируя те же куски по линии света (монтаж по свету), мы устанавливаем другую последовательность расположения монтажных кусков: *2*; *4*; *6*; *3*; *5*; *7*; *1*; *8*; *9*, так как только в этом случае различные по тональности и по световым условиям съемки монтажные куски будут следовать на экране друг за другом так, что зритель не заметит существующего светового разнобоя. Такие монтажные схемы можно составлять и по линии звука, ритма, метража и т. п.

Искусство монтажера заключается в том, чтобы, все время сохраняя идейную направленность сцены, найти такую последовательность кадросцепления, при которой не были бы грубо нарушены ни сюжетная линия, ни композиционная и световая, ни линия ритмического построения фильма. После этого определяется точная длина каждого куска.

Чем проще и понятней будет композиция кадра, чем меньше будет в нем предназначенных для рассматривания предметов и чем крупнее они будут изображены, тем короче может быть данный кусок. Наоборот, в кадрах со сложной композицией, с обилием деталей, с плохо видимым узором актерской игры или с обилием действующих лиц, их длина должна быть значительно больше. При этом режиссер не должен забывать и того, что монтаж преследует цель и ритмической организации материала фильма. Все это еще раз указывает на то, что монтажные схемы должны быть продуманы режиссером до начала съемок,

во время которых он должен строго следить за их полноценной реализацией.

Очень часто во время съемок актер или затягивает паузы или делает ненужные движения, произносит лишние слова и т. д. Если в кадрике рядом с ним нет хорошо видимых играющих актеров, то эти недостатки легко могут быть исправлены при монтаже путем вырезки ненужных или лишних кадриков и отдельных слов на фонограмме. Предположим, что при съемке крупного плана, на котором актер должен пристально смотреть прямо с экрана, он моргнул или улыбнулся, а затем продолжал нормально играть свою роль. Тогда при монтаже находят на куске те кадрики, на которых снят момент моргания или улыбка и вырезают их. Так же исправляются слишком длинные паузы, повторенные движения и т. п.

§ 143. ОСНОВНЫЕ МОНТАЖНЫЕ ПРИЕМЫ

Обычно считают, что в монтаже имеется три основных приема кадросцепления.

1. Прием последовательно-временного монтажа, т. е. такого, в котором действие развертывается последовательным рядом событий соответственно их действительной последовательности во времени. Этот наиболее старый прием показывает на экране все так, как это было бы в жизни. В звуковых фильмах такой прием является основным. Этот тип монтажа соответствует простой повествовательной форме рассказа в литературе, почему его иногда и называют повествовательным.

2. Прием параллельного монтажа позволяет одновременно показывать зрителю два параллельных действия, развивающихся одновременно, но в разных местах. Самая сущность этого приема состоит в том, что монтажные кадры одного действия попеременно чередуются с кадрами другого действия. Показ такой комбинации кадров на экране вызывает у зрителей впечатление одновременного развития двух параллельных действий. В звуковом кино чаще всего эти два различных действия объединяются каким-нибудь общим звуковым фоном или одним и тем же звуком, фразой и т. п.

При монтаже параллельных действий нельзя просто разрезать кадр движения одного действия и вставить в него кадры из другого действия. Необходимо помнить, что показ кадров другого действия занимает какое-то время, подсознательно учитываемое зрителем, и что поэтому из последующих кусков первого действия вначале обязательно нужно срезать несколько кадриков; только тогда зритель увидит нормально развивающееся действие. Размер вырезки в начале последующих кадров зависит от длины, содержания и характера вставляемых кадров другого параллельного действия, а также от творческого стиля работы режиссера.

При параллельном монтаже крайне важно умело переносить акцентировку с одного действия на другое. Это позволяет режиссеру сосредоточивать все внимание зрителя, держать в напряжении (вспомните «психическую атаку» в «Чапаеве») и подготовлять его к наиболее сильному эмоциональному восприятию данного эпизода или финала фильма.

3. Ассоциативный монтаж преследует цель заставить зрителя при показе ему совершенно различных кадров увязывать их вместе по внутреннему содержанию (например, мраморные львы в «Броненосце Потемкине»).

Ассоциативный монтаж позволяет осуществлять всевозможные сценарные метафоры. Часто ассоциативный монтаж встречается не в своем чистом виде, а в соединении с параллельным монтажем; в таком случае этот прием называется параллельно-ассоциативным монтажем. Здесь чередование отдельных монтажных кусков действия, различных по месту, а иногда и по времени, но связанных между собой общей мыслью, идеей, целью или внешним признаком, вызывает у зрителя ассоциативное восприятие обоих параллельно монтируемых событий, причем их впечатляющая сила от этого значительно повышается.

Иногда применяется и монтажный прием контраста, который состоит в такой последовательности кадров, когда помещаемый рядом материал имеет чисто внешнее сходство (чаще всего по происходящему в них действию), но по своему внутреннему значению он совершенно различен. Для достижения наиболее сильного эффекта и для облегчения зрителю понимания и увязки обоих кадров при применении этого монтажного приема контраста нужно стремиться к тому, чтобы в смежных кадрах как масштаб съемки, так и общая линейная и световая композиция кадра были бы по возможности одинаковыми. Приведенные выше пять монтажных приемов являются основными и наиболее распространенными на практике.

§ 144. НАДПИСЬ И ЕЕ МЕСТО В ФИЛЬМЕ

В современных немых и звуковых фильмах постоянно встречаются надписи, которые в плане монтажном равноценны с игровыми монтажными кадрами. Правильный монтаж фильма требует, чтобы переход от игровых кадров к надписи и обратно проходил незаметно для зрителя, чтобы надпись органически вплеталась в ткань фильма и была бы его неотъемлемой частью.

При монтаже надписи выполняют временные и пространственные функции, создавая иллюзию непрерывности монтажного времени и пространства (надписи «В тот же день», «Пять лет спустя», «В Париже» и т. п.). Однако статичность надписи является их минусом, так как она до известной степени тормозит, останавливает развитие действия. Поэтому в звуковом кино ее стараются давать на музыкальном фоне, объединяющем соседние кадры.

Обычно в полнометражной немой художественной кинокартине бывает около 120—150 надписей. В звуковой, разумеется, намного меньше. Основную группу надписей в немых фильмах (а иногда и в звуковых, как например в фильмах Ч. Чаплина «Огни большого города» и «Новые времена») составляют разговорные надписи, вставка которых в игровые кадры часто представляет известные трудности. Надпись может либо разбивать собою один монтажный кусок (крупный план того или иного действующего лица) на два, или же соединять собою два различных монтажных кадра. Чаще всего разговорная надпись вклеивается при переходе с одного плана на другой.

Во всех случаях разговорная надпись должна быть вмонтирована в фильм так, чтобы зритель быстро и отчетливо разбирался, кто именно из действующих лиц произносит ту или иную фразу, или к кому она относится. Надпись в происходящем действии должна быть слита с последним так, чтобы зритель не замечал надписи, а воспринимал ее как единое целое с кадрами действия.

§ 145. ВОЗМОЖНОСТИ МОНТАЖА

Монтаж заставляет зрителя самого создавать те иллюзии, которые он принимает за действительность, якобы показанную ему на экране. Монтаж, используя инерцию впечатления зрителя и его ассоциативную память мозга (способность на основе предыдущего жизненного опыта «узнавать» все происходящее и логически увязывать его с окружающим), позволяет режиссеру-монтажеру «убедить» зрителя зачастую видеть совсем не то, что фактически ему показывают на экране.

Умелым монтажем сплошь и рядом показываются «опасные» трюки, которые в действительности никакой опасности для актеров не представляют. Например, на общем плане (для того чтобы дать зрителю представление о соотношении расстояний между предметами) герой карабкается по узкому карнизу дома или по стропилам. На следующем, более крупном плане, на котором видна только небольшая часть фона и актер во весь рост, он проделывает какие-нибудь головоломные и «опасные» движения.

Обычно такие планы усиливаются еще перерезкой их крупными планами «испуганного» лица героя и усиливающими их эмоциональность крупными планами посторонних зрителей, реагирующих на «опасность», угрожающую герою. Затем снова показываются более общие планы, на которых герой (или его дублер-циркач) уже выравнялся и спокойно продолжает свой путь.

Эти куски, будучи вмонтированы в кадры, показывающие зрителю реальную опасность положения (общие планы), заставляют его увязывать полученное впечатление от предыдущих кадров с последующими.

Монтажные трюки открывают кинорежиссеру большие возможности, но он сможет их использовать только в том случае, если во время съемок предусмотрел будущий монтаж этих сцен.

Без монтажа как творческой организации фильма нельзя собрать отдельные снятые кадры в полноценную кинокартину, способную захватывать зрителя и вызывать у него те или иные эмоции. Другими словами, без правильного монтажа нет и полноценного произведения киноискусства.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Л. В. Кулешов, «Практика кинорежиссуры», Гослитизд, М., 1935, ц. 6 р.
С. Д. Васильев, «Монтаж кинокартины», «Кинопечать», Л., 1929, ц. 50 к.
Н. Д. Анощенко, «Общий курс кинематографии», том III, «Теакинопечать», 1930, ц. 3 р. 50 к.
Ю. Е. Геника, «Кинорежиссура». Хрестоматия, Госкиноиздат, М. 1939, ц. 16 р.

ОСНОВЫ КИНОПРОЕКЦИИ

§ 146. СХЕМА УСТРОЙСТВА КИНОПРОЕКТОРА

Для показа кинокартины на экране служат специальные проекционные аппараты, которые называются проекторами.

Каждый проектор в основном состоит из трех главных частей: 1) из фонаря, 2) головки и 3) штатива или стола (рис. 171).

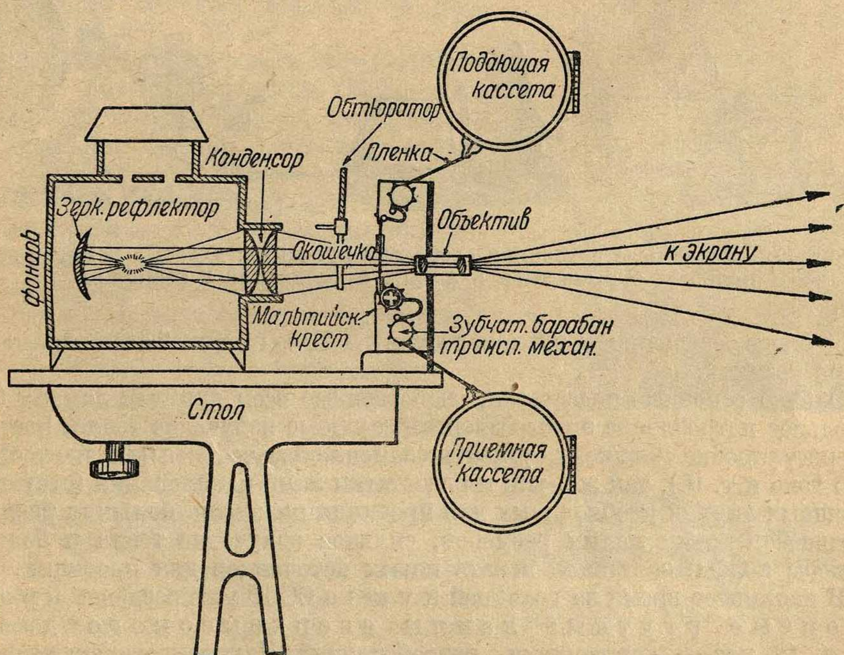


Рис. 171. Общая схема устройства кинопроектора

Фонарь представляет собой хорошо вентилируемую закрытую металлическую камеру, внутри которой помещается либо дуговая лампа с приспособлениями для ее регулирования либо мощная лампа накаливания с центрированной нитью. Последнее время для получения большой освещенности на экранах крупных размеров стали применять дугу интенсивного горения (ДИГ).

Угли, применяемые для дуг интенсивного горения, — фитильные, с солями церия, которые обеспечивают высокую цветную температуру (около

5000°С, против 4000° у простых дуг). Угли располагаются друг к другу под углом (обычно в 57°) так, что положительный уголь помещается горизонтально. Сближение углей автоматизировано; они сводятся специальным механизмом, работающим от отдельного моторчика. Во время горения положительный уголь моторчиком (обычно шунтовым 0,9 *а* 78 *в* и 3 600 об/мин. с редуктором) приводится во вращательное движение вокруг своей продольной оси (обычно со скоростью 16 об/мин.); этим обеспечивается равномерное обгорание концов углей и постоянство расположения центра излучения.

В кратере анода при сгорании солей церия образуется так называемое «газовое облачко», обеспечивающее большую яркость дуги. Если положительный уголь прогорит с одной стороны, то «газовое облачко» вырвется наружу и горение этой дуги ничем не будет отличаться от горения простой дуговой лампы. Свет от дуги интенсивного горения дает высокую и

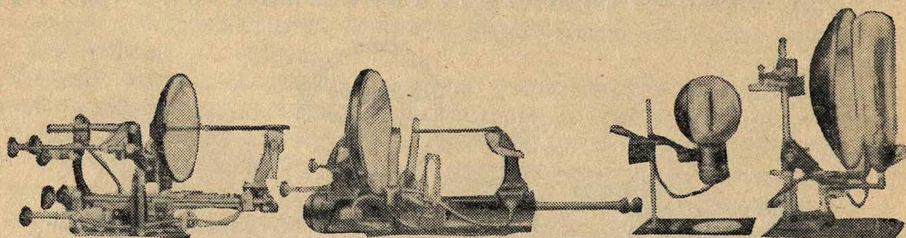


Рис. 172. Различные источники света для проекции: дуговые лампы с зеркальным отражателем и лампы накаливания с зеркалом

устойчивую освещенность экрана, поэтому ДИГ за границей стали применять и при съемках.

Однако основные недостатки, свойственные всем дуговым лампам (значительное потребление электроэнергии, сильное излучение тепла, постоянная регулировка сближения углей, их замена, обязательное наличие постоянного тока и т. п.), так же, как и недостатки ламп накаливания (отсутствие в мощных лампах необходимых для проекции на экран больших размеров светящейся точки малых размеров, сильное излучение тепла и большие размеры колбы) заставили искать новых источников для проекции.

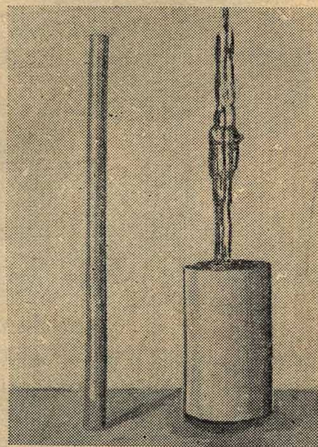
В настоящее время за границей и у нас в СССР уже созданы **проекционные ртутные лампы сверхвысокого давления** (у нас — конструкции, разработанной Научно-исследовательским институтом киностроительства (НИИКС) совместно с Всесоюзным электротехническим институтом (ВЭИ); за границей — фирмами «Филипс», «Эриксон» и др. (рис. 173). Источником света в этих лампах служит электрический разряд, который происходит внутри стеклянного патрона в парах ртути, находящейся под высоким давлением (в 40—100 атмосфер) между двумя тугоплавкими электродами (из вольфрама), вплавленными по концам колбы (из плавленного кварца).

Ртутная лампа сверхвысокого давления для проектора «ФР-2» системы Филипс при общей длине всего в 12 *см* и диаметре 1,9 *см* имеет следующие основные данные:

Внешний диаметр кварцевой колбы	4 *мм*
Внутренний диаметр „ „	1,8 *мм*
Рабочее давление паров ртути	100 *атм*
Потребляемая мощность	1 000 *вт*
Рабочее напряжение тока	500 *в*
Напряжение зажигания	800 *в*
Сила тока в лампе	2 *а*
Световой поток	60 000 *лм*
Яркость поверхности разряда	57 000 свечей на 1 *см*²

Для лучшего использования излучаемой световой энергии лампа снабжена специальным зеркальным рефлектором особой формы и передней оптической системой. По данным фирмы эта ртутная лампа сверхвысокого давления заменяет дуговую лампу постоянного тока мощностью в 45 *а* и дает освещенность больших экранов (с площадью до 36 $м^2$) до 70 *лк*.

Советская ртутная лампа сверхвысокого давления для кинопроекции (ВЭИ) мощностью в 350 *вт* дает ту же освещенность экрана, что и дуговая лампа постоянного тока мощностью в 20—25 *а*. Интересно отметить, что советская ртутная лампа для кинопроекции не требует принудительного охлаждения и проще, чем заграничная.



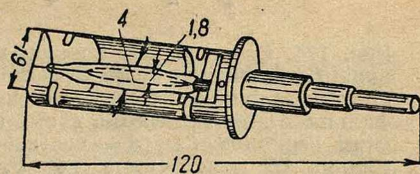


Рис. 173. Ртутная лампа сверхвысокого давления

Основные достоинства газосветных ламп сверхвысокого давления при применении их в качестве источника света в кинопроекции заключаются в следующем:

а) Электроэнергии расходуется в 4—5 раз меньше, чем при дуговых лампах.

б) Отсутствует пожарная опасность («холодный» свет) и увеличивается срок жизни фильма, так как он не будет пересыхать в проекторе.

в) Упрощена конструкция проектора, так как устраняется необходимость наличия специального фонаря с вентиляционным устройством, противопожарными приспособлениями, с регуляторами углей и т. п.

г) Улучшено качество проекции, так как освещенность экрана остается постоянной.

Все это говорит о том, что газосветные лампы сверхвысокого давления в ближайшем будущем на кинопроизводстве получат большое распространение.

Если бы свет от источника падал непосредственно на кадрик, находящийся против него в окошке фильмового канала, то для достаточной его освещенности (а следовательно, и для яркой проекции фильма на экране) пришлось бы брать источники света чрезвычайно сильные, что невыгодно по многим соображениям.

Поэтому для увеличения освещенности в нужном направлении применяются зеркальные или металлические рефлекторы и конденсоры (рис. 174). Рефлектор позволяет направить большое количество лучей света от данного источника к проекционному окошку с фильмом. Для той же цели служит и конденсор, применяемый в советских кинопроекторах различных типов.

В некоторых проекционных аппаратах источник света снабжается и зеркальным рефлектором и конденсором (КЗС-22), что позволяет наиболее полно использовать лучи света, идущие от данного источника, и достигать большой освещенности.

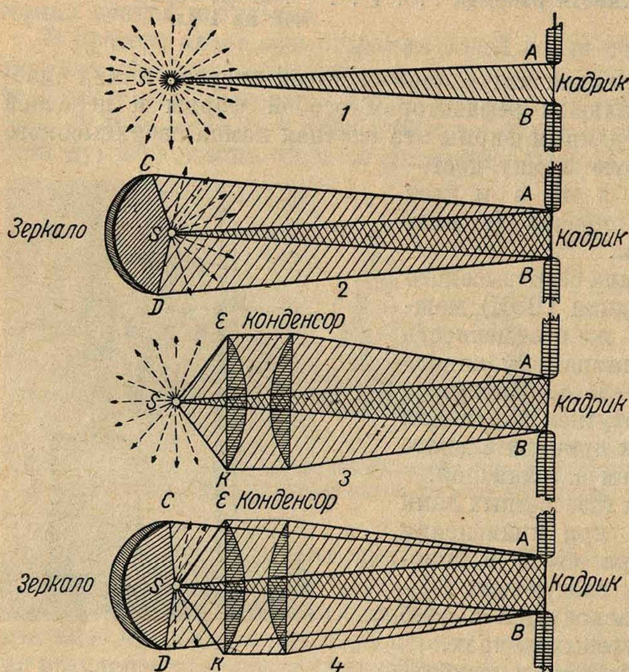


Рис. 174. Схема работы зеркала и конденсора. Сверху вниз: *1* — освещение кадрика фильма *AB* непосредственно от источника света *S*; *2* — освещение того же кадрика фильма *AB* от источника света, снабженного сферическим зеркалом *CD*; *3* — освещение того же кадрика фильма *AB* от источника света *S*, снабженного конденсором *EK*; *4* — освещение того же кадрика фильма *AB* от источника света *S*, снабженного сферическим зеркалом и конденсором

§ 147. ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ

При проекции кадрика на огромную площадь экрана (увеличение по площади в десятки и сотни тысяч раз) необходимо обеспечить достаточную освещенность изображения. Для этого требуется применять интенсивные источники света, которые, излучая большое количество тепла, могут легко воспламенить целлулоидную основу фильма (металлические части фильмового канала с проекционным окошечком иногда нагреваются до 400—500° С). Поэтому фонарь стационарных (т. е. театральных) проекторов в своей передней части обычно имеет специальную светонепроницаемую ручную противопожарную заслонку, которую киномеханик имеет право открывать только тогда, когда фильм уже находится в нормальном движении.

Обычно в головке проектора возле фильмового канала с пленкой устанавливается еще специальное противопожарное устройство (рис. 175),

обеспечивающее нагрев поверхности пленки в фильмовом канале не свыше 25° С. Чаще всего оно состоит из отдельного электромоторчика *A* мощностью около 0,5 *квт*, соединенного с вентилятором *B*, который гонит струю воздуха в особую камеру с охладительным раствором, и, пройдя регулирующую камеру *D*, по трубке подводится к фильмовому каналу, где из четырех рожков обдувает вырез кадрового окошка с обеих сторон. Струя подаваемого воздуха настолько сильна и холодна, что даже остановленный фильм не загорается.

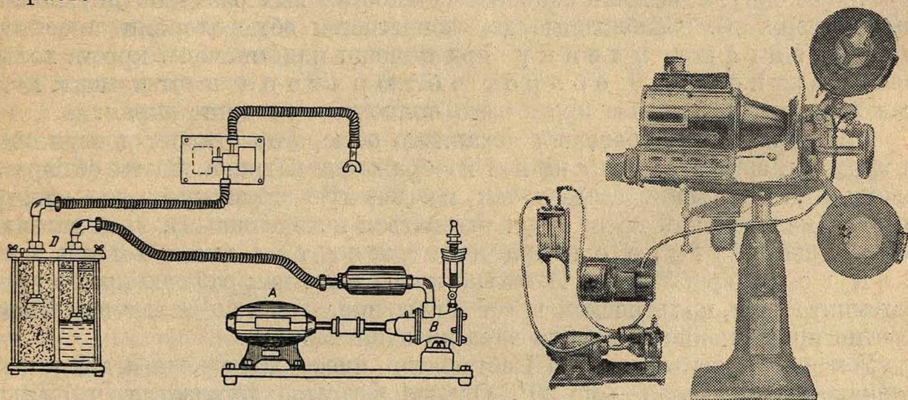


Рис. 175. Противопожарное устройство, обдувающее холодным влажным воздухом фильм в проекционном окошке, и схема его устройства

У нас охладительным устройством от вентилятора снабжены узкопленочные проекторы УП-2. Кроме указанной выше ручной заслонки очень часто перед окошком фильмового канала с пленкой монтируется еще особая автоматическая предохранительная заслонка которая открывает доступ лучам света к окошку лишь после того, как пленка станет передвигаться с нормальной скоростью.

§ 148. ГОЛОВКА ПРОЕКТОРА, ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Общая схема устройства головки проектора показана на рис. 171. Часть кинокартины наматывается в виде ролика (рулона) на специальную б о б и н у (катушку с широкими боковыми дисками, предохраняющими отдельные витки пленки от сползания) или просто надевается на ось разборной катушки в верхней противопожарной коробке, которую правильно было бы назвать п о д а ю щ е й к а с с е т о й. Отсюда пленка во время работы проектора верхним зубчатым барабаном с прижимными роликовыми каретками непрерывно разматывается и после образования свободной п е т л и подается к фильмовому каналу с проекционным окошком, против которого помещаются о б ъ е к т и в и о б т ю р а т о р.

Ф и л ь м о в ы й к а н а л служит для направления пленки и для ее разглаживания специальными п р и ж и м н ы м и салазками во время показа на экране через вырез проекционного кадрового окошечка. Кинопленка в фильмовом канале перед кадровым окошечком периодически останавливается н е п о д в и ж н о и в это время о б т ю р а т о р откры-

вает доступ света от источника к кадрику, изображение которого объектив отбросит на экран, а когда обтюратор закроет доступ света и на экране будет «темная пауза», пленка передернется вниз точно на величину одного кадрика.

§ 149. ОБТЮРАТОР

Обтюратор проектора в отличие от обтюратора съемочных камер имеет обычно не одну, а две щели одинаковых и постоянных размеров (двухлопастный обтюратор). Снабженные двухлопастными обтюраторами проекторы передвигают пленку при помощи мальтийского креста только один раз за полный оборот обтюратора в тот момент, когда так называемое «рабочее крыло» его полностью затемнит экран.

При дальнейшем вращении механизма обтюратор откроет доступ света к экрану и зритель увидит на нем изображение кадрика. Затем обтюратор своим другим крылом создаст так называемую промежуточную «темную паузу» (мальтийский крест будет оставаться неподвижным), т. е. затемнит экран и после этого снова покажет тот же самый кадрик во второй раз. И только после того, как рабочее крыло снова затемнит экран, мальтийский крест передвинет пленку в фильмовом канале против проекционного окошка вниз на один кадрик.

У наших проекторов ТОМП обтюратор имеет два крыла и два выреза одинаковых размеров — по 90°. Отсюда нетрудно догадаться, что такой обтюратор задерживает 50% светового потока, идущего от источника к экрану.

Быстрая смена полного затемнения экрана освещением его изображением кадрика вызывает впечатление мерцания и неустойчивости освещения картины. Исследования Марбье показали, что мелькание становится незаметным только при частоте смен около 40—50 в 1 сек. и что мелькание бывает наименее заметным, если темные сегменты обтюратора равны по величине вырезам. Поэтому при проекции чаще всего и применяются двухлопастные обтюраторы.

§ 150. МАЛЬТИЙСКИЙ КРЕСТ

Периодическое продвижение пленки в фильмовом канале перед проекционным окошком производится или при помощи грейфера (который имеется на советских передвижках ГОЗ) или при помощи среднего зубчатого барабана, помещенного ниже фильмового канала и насаженного на одну общую ось со специальным механизмом, так называемым мальтийским крестом, который применяется почти во всех стационарных киноустановках.

Механизм мальтийской системы имеет устройство, которое показано на рис. 176 и 177. Крест *М* наглухо соединен с осью *а* среднего зубчатого барабана *А*, на зубцы которого надета перфорация пленки. Своими внешними полукруглыми вырезами крест скользит по кольцу *В* с вырезом, в котором помещается палец *Е*.

Когда внешний вырез любой лопасти мальтийского креста скользит по этому кольцу *В*, зубчатый барабан *А*, следовательно, и пленка в фильмовом канале остаются неподвижными. Когда же при своем вращении шайба *Б*

с кольцом *В* вдвинет свой палец *Е* в прорезь креста между его лопастями, то последний повернет мальтийский крест (а следовательно, и наглухо соединенный с ним зубчатый барабан *А*) ровно на четверть оборота. Ясно, что за это время зубцы барабана *А*, входящие в отверстие перфорации пленки, передвинут фильм в канале точно на один кадрик.

При дальнейшем вращении шайбы *Б* палец *Е* выйдет из прорези мальтийского креста и последний, прижавшись своим кольцевым вырезом к кольцу *В*, остановит барабанчик *А* (рис. 177). Весь механизм мальтийского креста(самый крест, шайба с кольцом *В* и пальцем *Е*) обычно заключается в особую коробку, наполненную маслом.

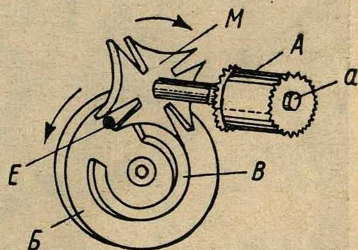


Рис. 176. Схема действия мальтийского креста: *М* — мальтийский крест; *а* — его ось; *А* — зубчатый барабан с 16 зубцами; *Б* — шайба; *В* — кольцевой выступ с вырезом; *Е* — палец

В кинопередвижках ГОЗ пленка в фильмовом канале передвигается механизмом специального грейфера, гребенка которого имеет четыре пары штифтов, входящих в отверстия перфорации перетягиваемой пленки. Такое увеличение вилок грейфера (или, точнее, замена их гребенкой) обеспечивает меньший износ пленки и возможность передвигать ее в канале и тогда, когда ее перфорация повреждена или даже частично отсутствует, что бывает у старых, изношенных картин.

Кроме разобранных здесь основных систем продвижения пленки в фильмовом канале имеется большое количество и других, которые, однако, не получили такого распространения, как мальтийский крест.

§ 151. ОСТАЛЬНЫЕ ЧАСТИ ПРОЕКТОРА

После барабана мальтийского креста фильм делает нижнюю петлю и попадает на нижний зубчатый барабан транспортирующего механизма с прижимной роликовой кареткой, который непрерывным вращением подает уже прошедший проекционное окно фильм дальше, к з в у к о в о м у б л о к у и затем к бобине п р и е м н о й к а с с е т ы.

Свободные петли пленки, оставляемые с одной стороны между зубчатым барабаном транспортирующего механизма и фильмовым каналом, и с другой стороны между зубчатым барабаном мальтийского креста и нижним барабаном транспортирующего механизма, необходимы для того, чтобы соединить два вида движения пленки: н е п р е р ы в н о е на зубчатых барабанах транспортирующего механизма с п р е р ы в и с т ы м движением пленки перед проекционным окном в фильмовом канале.

В головке каждого проектора обычно имеется специальное приспособление для исправления (передвигания) рамки, т. е. для совмещения границ изображения кадрика при неправильной склейке фильма с границами экрана. Для этого либо передвигается вверх или вниз зубчатый барабан мальтийского креста либо против объектива передвигается весь фильмовый канал с вырезом кадрового окошечка.

Все механизмы головки проектора приводятся в действие или от ручки, которую во времяработы вращает киномеханик, либо от э л е к т р о-

мотора, который является обязательным при показе звуковых фильмов. Электроэнергия для питания источника света и мотора берется или от обычной осветительной сети или (при работе с кинопередвижкой) пользуются специальными динамоприводами, вырабатывающими электрический ток при вращении их механизма вручную.

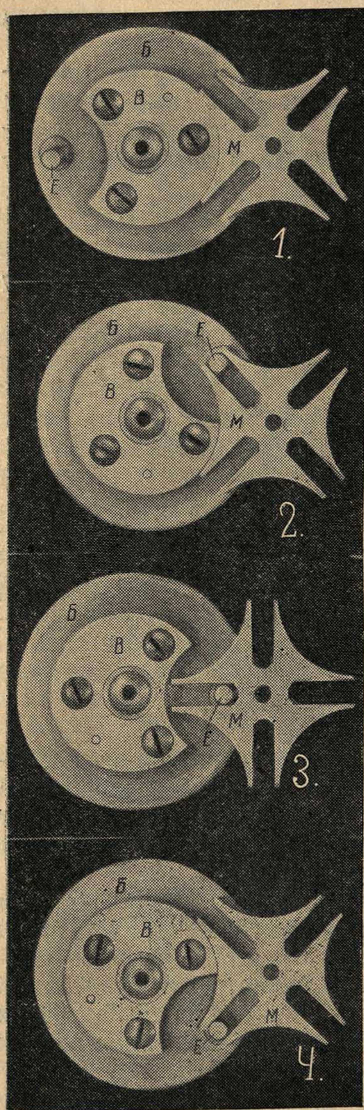


Рис. 177. Различные этапы работы мальтийского креста: *1* — проекция кадра; *2* — начало перетягивания пленки; *3* — середина перетягивания пленки мальтийским крестом; *4* — начало проекции

В стационарных (кинотеатральных) проекторах и головка и фонарь монтируются на литом металлическом штативе или на столе, которые предохраняют аппарат от колебаний и дают ему необходимую устойчивость.

§ 152. ПРОЕКТОРЫ С НЕПРЕРЫВНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПЛЕНКИ

Толчкообразное продвижение пленки в фильмовом канале быстро разрушает края пленки с перфорацией. Для того чтобы увеличить срок жизни пленки, нужно создать проекторы с непрерывным движением пленки, т. е. такие, в которых пленка на всех участках двигалась бы с равномерной и постоянной скоростью.

В одной группе систем проекторов с непрерывным движением пленки в качестве компенсаторов применяются призмы, линзы или зеркала. Одна из схем устройства такого проектора с оптическим выравниванием с помощью зеркального барабана показана на рис. 178. Слева — пленка *a* равномерно и непрерывно сматывается с ролика *b* на ролик *c*. Лучи света, идущие от источника *K*, освещают бегущий в кадровом окошечке фильм, изображение которого с помощью объектива *d* проецируется на грани непрерывно вращающегося вокруг оси *O* зеркального барабана. Падающие на грань лучи отбрасываются последней на неподвижно укрепленное зеркало *f*, которое и отражает их уже на экран.

Благодаря вращению зеркального барабана угол наклона его граней к оптической оси объектива и к поверхности неподвижно укрепленного зеркала *f* все время меняется так, что на экране изображение

перемещающегося в аппарате кадрика остается нужное время неподвижным. Затем наступает момент обтюрации и следующая грань барабана станет отбрасывать через зеркало *f* на экран изображение следующего кадрика.

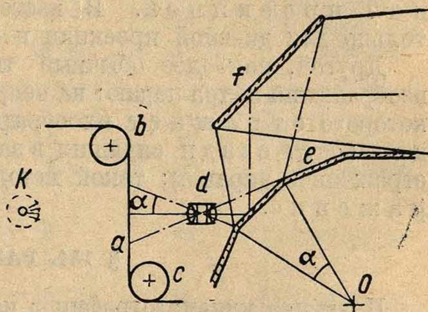


Рис. 178. Схема работы проектора с непрерывным движением пленки и с оптическим выравниванием

В 1928 г. автор запатентовал в СССР, США, Германии и во Франции кинопроектор с непрерывным движением пленки, компенсируемым чисто механическим путем. Принципиальная схема его устройства показана на рис. 179. Во время работы проектора весь фильмовый канал *E* с кадровым окошком E^1 и с фильмом *F* совершает возвратно-поступательные движения в специальных пазах *f*, в которые он входит ползунками *e*. Фильмовый канал с пленкой то равномерно поднимается вверх то быстро падает вниз. Это движение осуществляется при помощи кронштейна *C* или ролика, скользящего по эксцентрику *B*. Зубчатый барабан *4* передвигает ленту *F* в фильмовом канале рамки *E* сверху вниз с постоянной скоростью, а эксцентрик *B* с той же самой постоянной скоростью поднимает рамку *E* с фильмом *F* снизу вверх. Когда же конец нижнего кронштейна *C* соскакивает с выступа эксцентрика *B*, то рамка *E* с пленкой *F* быстро смещается вниз на величину одного кадрика, причем в это время обтюратор должен быть закрыт. После такой смены кадра рамка с лентой вновь начинает двигаться вверх, затем происходит новая смена кадра и т. д.

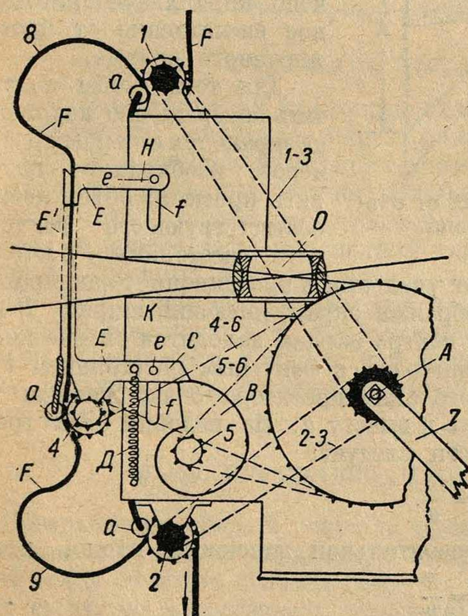


Рис. 179. Схема работы проектора с непрерывным движением пленки по принципу механической компенсации (по патенту Н. Анощенко)

§ 153. ДВА ВИДА ПРОЕКЦИИ

Различаются два вида показа кинокартины на экран: 1) на просвет и 2) на отражение.

Первый состоит в том, что проекционный аппарат помещается за пределами зрительного зала и его объектив направлен навстречу глазам зрителей. Между зрителями и проекционным аппаратом ставится полупрозрачный экран. При проек-

ции напросвет изображение фильма проецируется на одну сторону экрана, а зрители рассматривают его с другой стороны *сквозь экран*, почему такой способ показа картины иногда называют *сквозной проекцией*. В настоящее время такой метод применяется только для дневной проекции и при рирпроекции.

Другой, наиболее обычный тип проекции состоит в том, что лучи изображения кадра падают на непрозрачную плоскость экрана, поверхность которого *отражает* их обратно. Таким образом проекционный аппарат помещается *сзади* сидящих в зале зрителей, которые видят изображение, отраженное экраном; такой метод называется *проекцией на отражение*.

§ 154. РАЗМЕРЫ ЭКРАНА

Практика кинематографии в настоящее время установила, что ширина экрана в современном кинотеатре должна быть не меньше одной шестой части длины всего зала, причем первые ряды стульев со зрителями должны располагаться от экрана не ближе полуторной ширины, а задние — не дальше восьмикратной ширины экрана (обычно 5—6-кратной). Только при соблюдении этих основных условий может быть получено нормальное зрительное впечатление от проецируемого фильма.

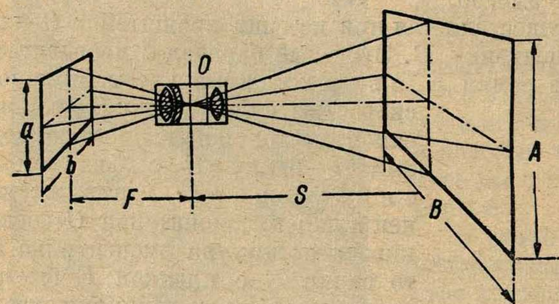


Рис. 180. Схема определения расстояния от объектива до экрана и размеров экрана

Для того чтобы получить изображение кадрика на экране тех или иных размеров, необходимо снабдить проектор объективом соответствующего фокусного расстояния F, которое в свою очередь будет зависеть и от удаления S проекционного аппарата от экрана. На рис. 180 справа изображен экран, имеющий ширину B и высоту A. На удалении S метров от центра экрана находится оптический центр O объектива проекционного аппарата с фокусным расстоянием F. Слева изображен вырез проекционного окна проектора с заложенным в нем фильмом. Это окно имеет ширину b и высоту a. Из подобия этих треугольников в вертикальной плоскости следует:

$$\frac{S}{A} = \frac{F}{a}.$$

Из подобия треугольников в горизонтальной плоскости видно, что:

$$\frac{S}{B} = \frac{F}{b}$$

Эти формулы: $\frac{S}{A} = \frac{F}{a}$ и $\frac{S}{B} = \frac{F}{b}$ являются основными для всех расчетов.

Для примера в табл. 36 приводим размеры экранов в зависимости от емкости зрительного зала.

Таблица 36

Кинотеатр	Количество мест	Длина зала (в $м$)	Ширина экрана (в $м$)	Площадь экрана (в $м^2$)	Степень увеличения кадрика по площади
Малый	250—400	15—20	около 3	около 7	в 18 519 раз
Средний	500—800	30	5	18,75	в 43 403 раза
Большой	1 000—2 000	40	6,3	30	в 69 444 раза
„Гомон-Палас" в Париже (крупнейший в Европе)	6 300	48	8	48	в 111 111 раз
„Радио-Сити" в Нью-Йорке (крупнейший в Америке)	6 200	60	10	75	в 173 611 раз
„Ударник" в Москве .	1 800	—	7	37	в 85 650 раз
„Гигант" в ЦПКиО в Москве (крупнейший в мире)	25 000	110	15	170	в 393 518 раз

Примечание. В последней графе взято отношение площади светового изображения кадрика на данном экране к площади кадрика на фильме (18×24 $мм = 432$ $мм^2 = 0{,}000432$ $м^2$).

При показе звуковых фильмов, у которых площадь кадрика с изображением будет значительно меньше ($16 \times 22 = 352$ $мм^2$), степень увеличения изображения будет в 1,23 раза больше приведенных в таблице величин.

§ 155. МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭКРАНОВ

Отражающие экраны для современных кинотеатров делаются из различных материалов, начиная от широких белых полотнищ специальной плотной материи (шертинг) и кончая «жемчужным» экраном Перлантино, собранным из особых стеклянных бусинок. Наиболее употребительны экраны: 1) матерчатые (применяются для небольших кинотеатров); 2) гипсовые и магниевые (наиболее распространенный тип экрана); 3) алюминиевые (применяются в длинных и узких залах).

Готовый экран должен представлять совершенно ровную поверхность без морщинок, швов и т. п. Для кинопередвижек применяются экраны, быстро свертываемые в трубку или натягивающиеся на легкую разборную раму. В зависимости от качества поверхности экрана меняется и его способность отражать свет.

§ 156. ОТРАЖАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЭКРАНА

Поверхность каждого экрана, предназначенного для кинопроекции, в отличие от щитков-отражателей и от отражающих зеркал должна в каждой своей точке обладать способностью не только отражать падающие на нее лучи света, но и рассеивать отраженный свет под тем или иным углом.

Если на экран WW из точки O падает луч света, идущий перпендикулярно к поверхности экрана, то, отразившись от точки M экрана, этот луч пойдет обратно не только по линии MO, но и по другим линиям, составляющим с падающим лучом известный угол (рис. 181). Крайние лучи MS_1 и MS_2,

отраженные точкой M экрана, составляют полезный угол рассеивания (в данном случае им будет S_1MS_2).

Следовательно, только в том случае, если глаз зрителя будет находиться в пределах этого полезного угла рассеивания, он будет видеть проецируемую на экран картину.

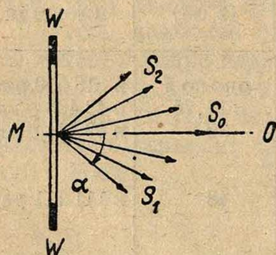


Рис. 181. Схема рассеивания экраном лучей, падающих на него от источника света

На рис. 182 изображен экран AB, на который падает световой поток, направленный перпендикулярно к его поверхности (по Шротту).

Концентрические дуги с цифрами *10*, *20* и *30* обозначают масштаб яркости (интенсивности) отраженных лучей. Меридиальные линии с обозначениями *10; 20; 30; 40; 50* и *60* показывают половину полезного угла рассеивания. Из этого графика видно, что яркость (интенсивность) лучей, отражаемых матовой бумагой (кривая *1*), почти не зависит от направления, т. е. такой экран под любым углом будет виден одинаково освещенным.

Матовое стекло, покрытое серебряной амальгамой (кривая *2*), несколько сильнее отражает свет в направлении, перпендикулярном поверхности экрана AB (под углами от нормали до 20° яркость колеблется от 12 до 10 *лк*, а под углом в нормали 50° яркость отражаемых лучей падает до 5 *лк* и становится даже меньшей, чем яркость лучей, отраженных простой белой бумагой).

Различные алюминиевые экраны (кривые *3*, *4* и *5*) большую часть светового потока отражают перпендикулярно (кривая 4) или почти перпендикулярно к своей поверхности, поэтому яркость подобных экранов в этом направлении весьма велика, но она быстро падает в обе стороны по мере увеличения угла зрения.

Из графика на рис. 182 видно, что у более ярких и гладких поверхностей полезный угол рассеивания крайне мал. Поэтому для широких зал приходится брать более шероховатый экран, так как у него полезный угол рассеивания будет больше, что позволит рассматривать на нем проецируемый фильм и с боковых мест. Об отражательной способности различных экранов можно судить по данным, приведенным в табл. 37.

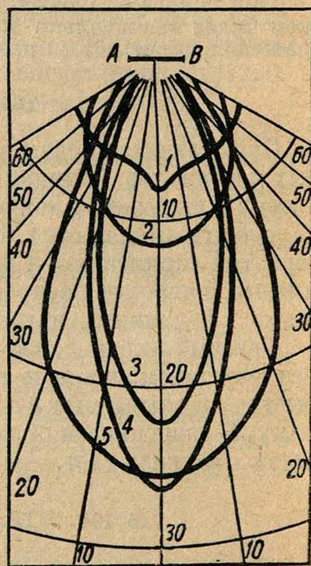


Рис. 182. Отражательная способность различных экранов (по Р. Шротту)

В СССР приняты экраны белые, покрытые магнезиевой краской или алюминиевым порошком. Практически считается, что одинаковую яркость проекции на алюминиевом экране можно получить с источником света в два раза меньшим, чем при показе того же фильма на белом экране.

Однако алюминиевые экраны обладают слишком узким углом рассеивания, вследствие чего они применимы только в узких залах и при достаточном удалении от него первого ряда зрителей.

Таблица 37

Отражательная способность различных экранов
(по Леману)

№ по пор.	Материал экрана	Сравнительная яркость экрана (отражающая способность)	Полезный угол рассеивания лучей (в °)
1	Обыкновенная белая бумага	1	—
2	Гладкий алюминиевый экран	13,8	48
3	Алюминиевый экран на полотне	7,8	61
4	Рифленый алюминиевый экран	3,4	84
5	Экран д-ра Лизеганга (алюминий в целлулоиде)	3,4	71
6	Прорезиненная материя, покрытая алюминиевым порошком	2,9	56
7	Грубое матовое стекло с посеребренной матовой стороной	1,6	96

Для демонстрирования звуковых фильмов за границей и частично у нас применяются так называемые «звуковые экраны», сделанные из белого гладкого прорезиненного полотна с пробитыми в нем рядами мелких круглых отверстий (перфорации); зритель вследствие достаточного удаления от экрана их не видит, но такие отверстия хорошо пропускают звук.

Для улучшения направленности звука при показе звуковых фильмов на этих экранах репродукторы устанавливаются сзади экрана, тогда как при применении простых (сплошных) экранов репродукторы обычно устанавливаются или по бокам от экрана или внизу, под ним. Это вызывает несовпадение зрительного образа (на экране) и направления идущего к зрителю звука (снизу или сбоку).

«Звуковые экраны» улучшают слышимость в различных местах зрительного зала, так как при них полярная характеристика громкоговорителя на высоких частотах улучшается, ибо она становится менее направленной.

Забивание пылью мелких отверстий «звуковых экранов» изменяет качество звучания, и поэтому они требуют за собой тщательного ухода.

§ 157. ОСВЕЩЕННОСТЬ ЭКРАНА

Качество показываемого в кинотеатре фильма в очень большой степени зависит от освещенности экрана во время проекции. В среднем в больших кинотеатрах считается достаточной освещенность экранов в 50 *лк*. В небольших кинотеатрах освещенность экрана часто не превосходит 20—25 *лк*. Д-р Иоахим устанавливает зависимость освещенности экрана от его размеров и дает следующее практическое правило: «Сила освещения экрана, выраженная в люксах, должна быть в десять раз больше ширины показываемой на экране картины, выраженной в метрах», т. е. $E = 10\,L$[1]. Результаты исследований д-ра Иоахима приведены в помещаемой ниже табл. 38.

[1] В настоящее время практически считают достаточной освещенность экрана $E = 5L$. — *Н. А.*

Таблица 38

Нормальная освещенность *E* экранов

(по д-ру Иоахиму)

№ по пор.	Род кинопоказа	Ширина экрана (в *м*)	Площадь экрана (в $м^2$)	Освещенность экрана (в *лк*)	Световой поток (в *лм*)
1	Домашнее кино	1—2	0,7—3	20—25	20—60
2	Школьное кино:				
	а) малое	1,5—2	1,7—3	25—35	40—100
	б) среднее	2—3	3—6	30—40	90—220
	в) большое	3—4,5	6—15	40—50	220—750
3	Театральное кино:				
	а) малое	4—5	12—20	50—60	660—1200
	б) среднее	5—6	20—30	60—70	1200—2000
	в) большое	6—8	30—50	60—80	2000—3500

Примечание. Освещенность экрана исчислена без фильма и без учета потери света (до 50%) на работу обтюратора.

Следует иметь в виду, что различные участки поверхности киноэкрана освещены неравномерно. Приведенные выше данные относятся к центральным частям; лучи же, идущие от краев экрана, иногда бывают слабее центральных на 30—40 %, что для восприятия зрителями не дает заметного ухудшения проекции.

§ 158. ПОТЕРИ СВЕТА ПРИ ПРОЕКЦИИ

Если использовать безобтюраторные проекторы и идеально отражающие экраны, то и тогда имелись бы большие потери света, идущего от источника к экрану. Причины этих потерь в основном заключаются в следующем.

1. Конденсор или зеркальный рефлектор обычно охватывает световой поток лучистой энергии, заключенной в материальном угле всего около 48°. Из этого количества охваченной лучистой энергии конденсор (или рефлектор) пропускает (отражает) сквозь себя (или от себя) в среднем не больше 75%.

2. Даваемый на проекционное окно пучок света всегда имеет форму круга с диаметром не менее чем в 32 *мм*, так как только в этом случае поток света полностью покроет кадрик фильма, находящийся в вырезе кадрового окошка. Таким образом на пленку в окне проектора попадет не больше 50% из всего падающего светового потока.

3. Позитив за счет известной непрозрачности целлулоида и желатины поглощает от 10 до 16% падающего на фильм света.

4. Объективы проекционных аппаратов обычно за счет поглощения и отражения света линзами пропускают к экрану всего 70—75% падающего на них света.

§ 159. РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭКРАНА

Имеющееся на фильме изображение кадра будет проецироваться на экране без всяких искажений только в том случае, если экран установлен своей поверхностью строго перпендикулярно к главной оптической оси объектива проектора, причем она должна проходить через центр экрана.

Если же экран будет расположен не перпендикулярно к главной оптической оси объектива проектора, то во время проекции на нем вместо прямоугольника кадра будет изображение трапеции, обращенной своей широкой стороной к более отдаленному от объектива краю экрана. Однако расположение аппаратной и форма зрительного зала часто заставляют располагать экран наклонно к оптической оси объектива проектора под углом не свыше 22°, так как иначе зритель заметит искажение изображения.

§ 160. ЧЕРНАЯ РАМА ЭКРАНА

При проекции на экране от многих причин происходит качание изображения вверх и вниз. Для того чтобы зритель не замечал этих качаний, которые при проекции фильма на большие экраны и в узких кинозалах могут достигать очень крупных размеров, и для лучшей адаптации глаза экран окантовывается широкой (15—50 *см*, в зависимости от размера экрана) рамой, покрытой черным бархатом, черной матовой материей или краской.

Кадрик фильма проецируется так, чтобы границы его изображения на экране заходили на черную раму. Тогда при качании изображения зритель все же попрежнему будет видеть границы экрана, полностью покрытого изображением кадра. В настоящее время в связи с тенденцией вести проекцию в освещенных залах кинотеатров для уменьшения резкого перехода от света к темноте вместо черной рамы экран обрамляется светлой рамой с дополнительным освещением («засветкой») только ее.

§ 161. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПРОЕКЦИОННЫХ АППАРАТОВ

Основным кинопроектором, обслуживающим коммерческие кинотеатры, крупные клубы и постоянные колхозные киноустановки, до последнего времени был стационарный проектор (немой и звуковой) ТОМП-4. Сейчас вместо него в сеть вводится новый более совершенный советский проектор КЗС-22[1], который принят как стандарт (рис. 183).

В качестве источника света в проекторах КЗС-22 применяется дуговая лампа постоянного тока силой 40—50 *а* при напряжении 70—75 *в*. Угли расположены под углом. Пламя лампы (дуга) отбрасывается в сторону и вверх, чтобы не заслонять кратер положительного угля, мощным магнитом, создающим соответствующее магнитное поле и поток. Лампа снабжена сзади зеркальным отражателем с диаметром 250 *мм*, а в передней части фонаря вмонтирован однолинзовый конденсор диаметром 250 *мм*.

Световой поток, даваемый лампой,— 2000 *лм*. Лентопротяжный меха-

[1] «КЗС-22» значит: кинопроектор звуковой, стационарный, тип 22. — *Н. А.*

низм состоит из пяти зубчатых барабанов, расположенных на одной вертикали. Прерывистое передвижение пленки в фильмовом канале осуществляется механизмом мальтийского креста. Обтюратор имеет форму поперечного к оптической оси объектива цилиндра с двумя щелями. Штатив литой с верхней платформой, которая может наклонять аппарат на 6° вверх и на 17° вниз. Высота проектора 187 *см*, длина 122 *см* и ширина 66 *см*.

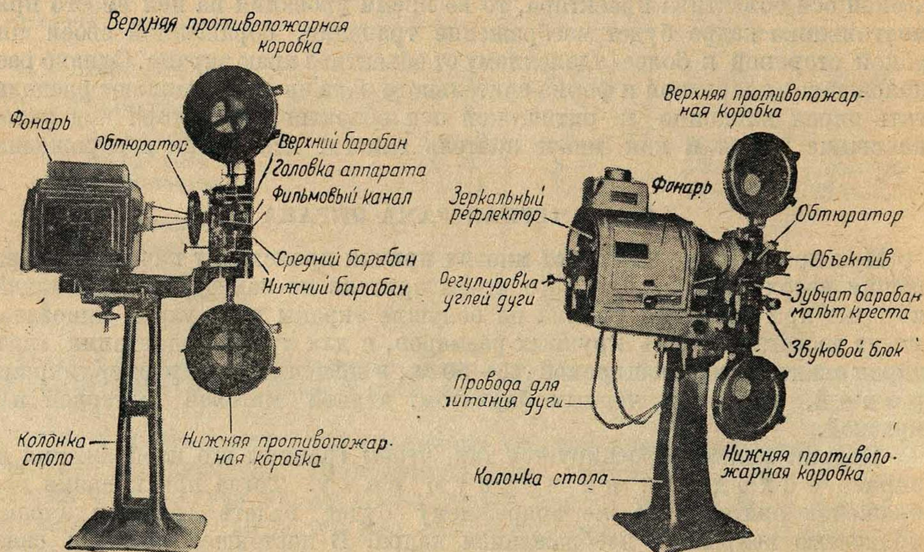


Рис. 183. Советские стационарные кинопроекторы «ТОМП-4» (слева) и «КЗС-22» (справа)

Для обслуживания сельских местностей, небольших клубов и т. п. служат упрощенные и облегченные проекторы, так называемые п е р е д в и ж к и, из которых основным типом немых передвижек долгое время являлся ГОЗ, сконструированный Государственным оптическим заводом (рис. 184).

Передвижки ГОЗ представляют собой разборный проектор, удобно упаковывающийся в небольшой ящик, который во время работы служит в качестве стола. Для получения необходимой электроэнергии кинопередвижки имеют переносную динамомашину (динамопривод), которая позволяет показывать кинокартины в тех местах, где отсутствует электрическое освещение.

Основным типом звуковой и немой кинопередвижки (рис. 185) в настоящее время служит проектор «Гекорд» (или «К-25»), работающий или от осветительной сети переменного тока при напряжении 110—120 *в* или от собственной передвижной электростанции. Проекция ведется на экран размером 2×1,5 *м* объективом с $f = 90$ *мм* при светосиле 1 : 2. Емкость бобин — 400 *м* пленки. Вес проектора — 24 *кг*. Полный вес всего комплекта — 90 *кг*.

Наконец, сравнительно недавно появился еще один тип проекционных аппаратов, так называемый узкопленочник, сконструированный НИКФИ и Киномеханпромом. Этот аппарат предназначается для деревенских клубов, изб-читален, школ и др. и приспособлен только к проекции узкой негорючей пленки шириной в 16 *мм* при размере изображения кадриков на ней в 7,5$\times$10 *мм*.

Очень маленький и легкий узкопленочник «УП-2» (рис. 185) позволяет пользоваться им в любом месте. В настоящее время имеют большое распространение и звуковые узкопленочники советской конструкции, стационарный звуковой узкопленочный кинопроектор «16-ЗСП-1», передвижной звуковой узкопленочный проектор «16-ЗП-1» и звуковой узкопленочник «16-ЗП-5», которые дают хорошее качество звучания при достаточных размерах изображения на экране. Узкая пленка дает экономию ценного материала кинофильма, содержащего серебро, почти в пять раз по сравнению с нормальной (сравнение нужно вести по площади материала, затрачиваемого на показ одного кадрика).

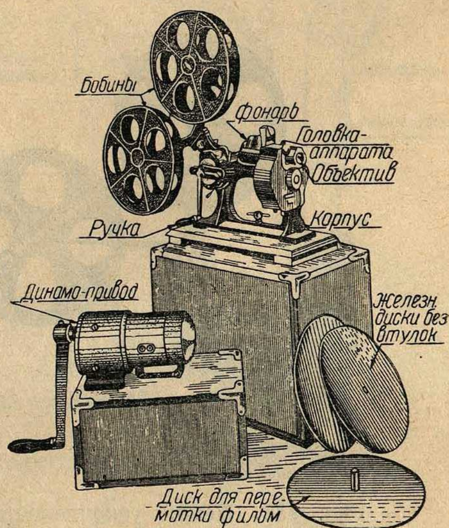


Рис. 184. Советская немая кинопередвижка ГОЗ под нормальную пленку с ручным динамоприводом

§ 162. ПРОЕКЦИЯ ЗВУКА

Для демонстрации звукового фильма необходимо иметь обыкновенный проекционный аппарат для показа на экране немого изображения и специальную звуковую приставку (звуковой блок) к нему той или иной конструкции, которая обычно монтируется на проекторе.

Так как для воспроизведения звука необходимо, чтобы пленка с фонограммой передвигалась непрерывно с одной и той же постоянной скоростью, звуковую приставку помещают не рядом с проекционным окном фильмового канала, а между нижним барабаном транспортирующего механизма и приемной кассетой. Учитывая это смещение звуковой приставки по отношению к проекционному окну, на звуковом фильме фонограмму печатают тоже со смещением вперед на 20 кадриков (произвольно установленный мировой стандарт).

Это несоответствие кадриков и находящихся рядом с ними участков фонограммы заставляет при обрыве или при повреждении картины обязательно вклеивать на место выброшенных кусков то же самое количество черной пленки без изображения, иначе совпадение звука с немым изображением будет нарушено. Воспроизведение фонограммы происходит в порядке, обратном процессу записи (схема на рис. 186).

В звуковой приставке имеется специальная лампа для освещения фоно-

граммы, питаемая постоянным током от самостоятельного источника. Свет этой лампы постоянной яркости с помощью специальной оптической системы отбрасывается на щель и освещает ее всегда с одинаковой силой. Объектив, находящийся по другую сторону щели, отбрасывает на непрерывно и равномерно движущуюся пленку с фонограммой уменьшенное изображение этой щели (стандартные размеры 2,15+0,05 *мм* ширины и 0,02 *мм* высоты).

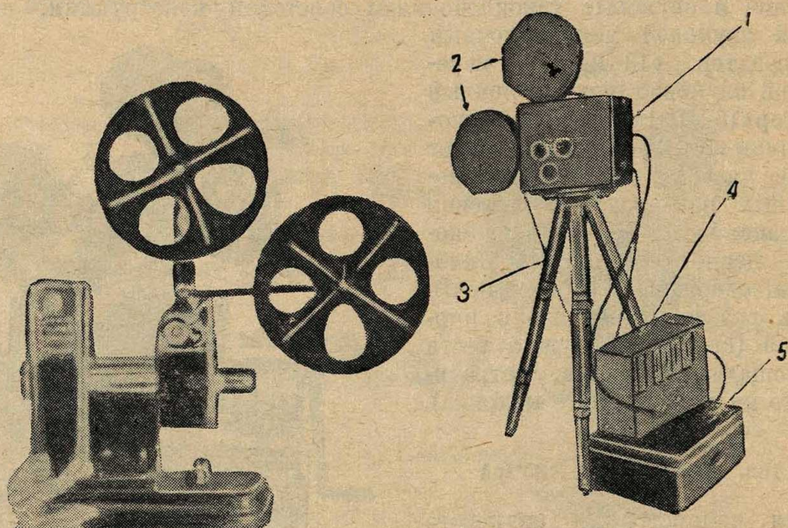


Рис. 185. Немой узкопленочник «УП-2» (слева). (Справа — комплект звуковой кинопередвижки под нормальную пленку «К-25» (Гекорд): *3* — штатив; *1* — проектор; *2* — кассеты; *5* — кассетница; *4* — усилитель

Эта узенькая световая черточка («читающий штрих») падает на бегущую перед ней фонограмму, лучи света проходят сквозь пленку (все равно, по какому бы способу звук ни был записан) и направляются на фотоэлемент, в котором под действием света возбуждается электрический ток различной силы, пропорциональный яркости падающего света. Из фотоэлемента эти переменные по силе электрические токи направляются через специальные усилители с катодными лампами к репродукторам (громкоговорителям), которые установлены в зрительном зале (обычно по бокам экрана). Для обеспечения максимально равномерного движения пленки с фонограммой перед «читающим штрихом» все звуковые блоки снабжаются фильтрами или стабилизаторами той или иной конструкции (инерционные, масляные и т. п.).

В СССР применяются звуковые блоки самых разнообразных конструкций, но все они по своей основной схеме тождественны описанному выше. За границей применяются и кинопроекторы с граммустановкой (рис. 187).

Для того чтобы добиться художественной нюансировки звучания, повышая его в одних случаях (например, при демонстрировании звуков

военного оркестра или криков, выстрелов и т. п.) и понижая в других (например, при слабых звуках, при тихом разговоре, шопоте, шорохе и т. п.), при проекции звукового фильма вводится микширование.

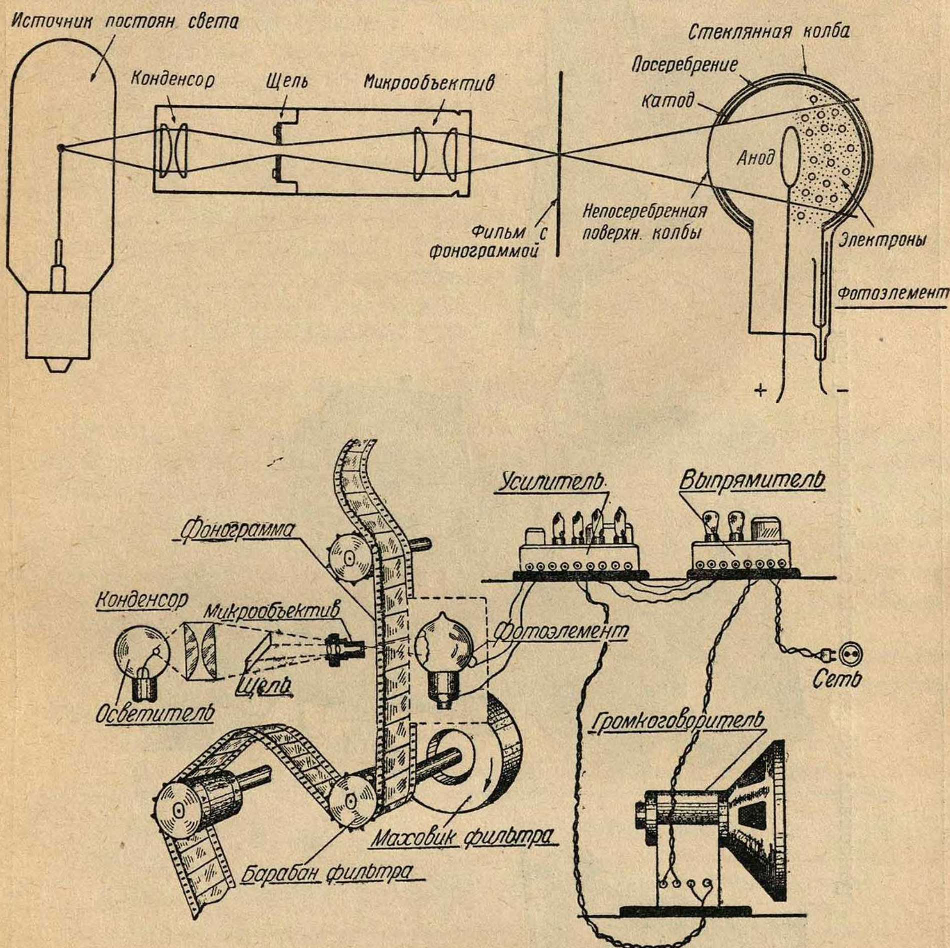


Рис. 186. Принципиальные схемы воспроизведения звука, записанного на пленку. Внизу — общая схема; сверху — схема устройства звукового блока

При звукозаписи микширование обязательно не только для достижения художественности звучания, но главным образом для обеспечения технических условий, необходимых для записи данного звука на данном аппарате. Приспособление для микширования позволяет изменять степень усиления, даваемую катодными лампами. Вполне понятно, что умелое микширование во много раз повышает художественное качество звуковой проекции фильма.

Для того чтобы улучшить качество воспроизведения звука была введена

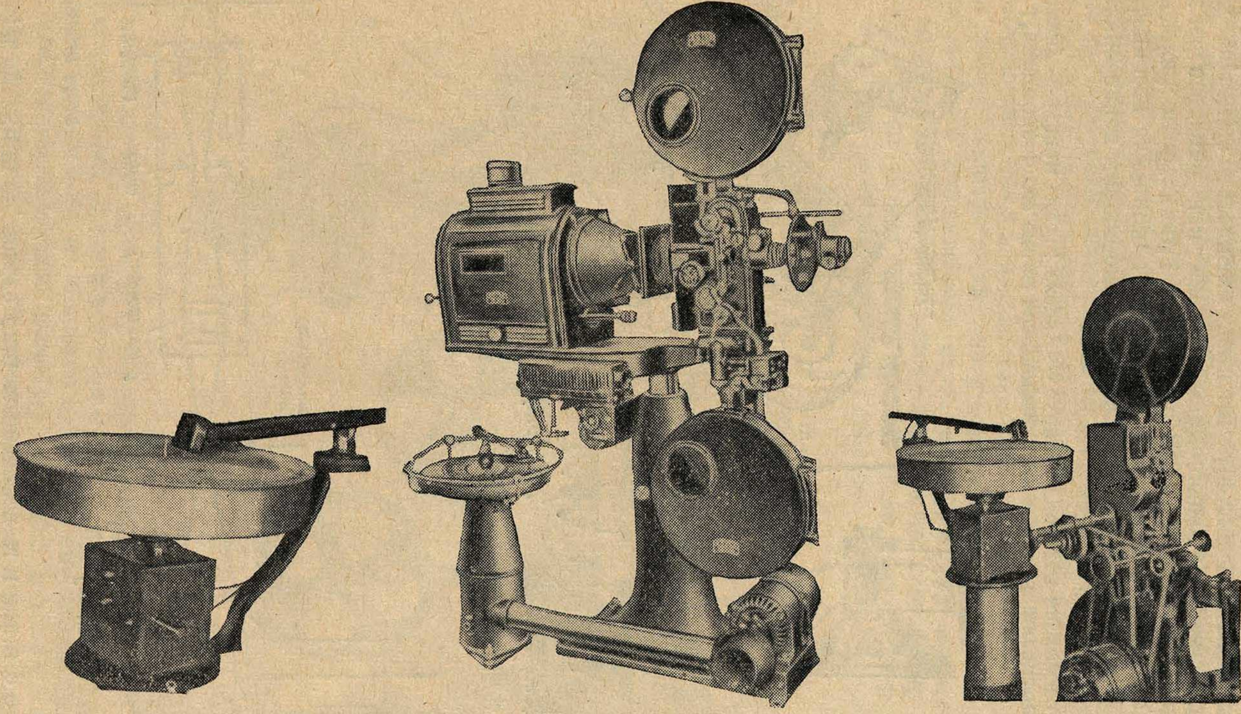


Рис. 187. Кинопроекторы с граммофонной установкой

перезапись фильма. Когда звуковой фильм окончательно готов и утвержден, вся его фонограмма полностью перезаписывается на новую пленку, причем у микшерского устройства находится высокохудожественный специалист-музыкант (часто — композитор или режиссер фильма). Аппарат для перезаписи нужен и для сложного монтажа звуков, когда с нескольких отдельных фонограмм нужно перезаписать их звуки на одну пленку. Советские аппараты для перезаписи и сложного монтажа звука «АПЗ-1» позволяют одновременно перезаписывать на одну пленку с трех фонограмм. Разрабатывается новая модель для перезаписи с шести фонограмм. Последние модели аппаратов для перезаписи фонограммы позволяют обходиться без репродуктора и микрофона, что еще больше повышает ее качество.

При печати с нормального (35-*мм*) негатива на узкую (16-*мм*) пленку для получения достаточно качественной фонограммы звук обычно «перезаписывают» на узкую пленку, для чего на студиях (например, на «Мосфильме») имеется специальный «цех перезаписи».

§ 163. ПРАКТИКА ПРОЕКЦИИ ФИЛЬМА

Для того чтобы на экране движение передавалось с той же скоростью, с какой оно происходило в действительности, проекция обязательно должна вестись точно с той же скоростью, с какой велась съемка данного фильма. Все звуковые фильмы и снимаются и проецируются с постоянной скоростью в 24 кадрика в 1 сек., а немые—18—20 кадриков в 1 сек. Это создает известные неудобства при использовании одних и тех же снятых кусков для звукового фильма и для его немого варианта, поэтому они обычно снимаются отдельно.

Ниже приводится табл. 39 времени пропуска того или иного количества метров стандартной 35-миллиметровой пленки при различной скорости проекции.

Таблица 39

Время пропуска фильма при различной скорости проекции

Длина фильма (в *м*)	Число кадриков	При скорости показа		
		16 кадриков в сек.	20 кадриков в сек.	24 кадрика в сек.
100	5 250	$5^1/_2$ мин.	$4^1/_2$ мин.	$3^1/_2$ мин.
200	10 500	11 „	9 „	7 „
300	15 750	$16^1/_2$ „	$13^1/_2$ „	$10^1/_2$ „
400	21 000	22 „	$17^1/_2$ „	14 „
500	26 250	$27^1/_2$ „	22 „	$17^1/_2$ „
600	31 500	33 „	26 „	21 „
700	36 750	$38^1/_2$ „	$30^1/_2$ „	$24^1/_2$ „
800	42 000	44 „	35 „	28 „
900	47 250	$49^1/_2$ „	$39^1/_2$ „	$31^1/_2$ „
1000	52 500	55 „	44 „	35 „
2000	105 000	1 ч. 50 м.	1 ч. 28 м.	1 ч. 10 м.
2500	131 250	2 ч. $17^1/_2$ м.	1 ч. 50 м.	1 ч. 27 м.

Следующая табл. 40 дает возможность определить метраж прошедшей в проекторе пленки за то или иное количество времени как для нормальной стандартной (35-*мм*) пленки, так и для узкой (16-*мм*). Скорость показа — 24 кадрика в 1 сек.

Таблица 40

Количество пленки, проходящей в проекторе в различное время

Продолжительность проекции фильма (при V=24 кадрика в 1 сек.)	Количество показанных кадриков	Количество показанной пленки (в *м*)	
		стандартной 35-*мм*	узкой 16-*мм*
1 сек.	24	0,456	0,183
10 „	240	4,56	1,828
30 „	720	13,68	5,484
1 мин.	1440	27,36	10,968
2 „	2880	54,72	21,93
3 „	4320	82,08	32,90
4 „	5760	106,44	43,87
5 „	7200	136,8	54,84
10 „	14400	273,60	109,68
15 „	21600	410,4	164,52
30 „	43200	820,8	329,04
1 час	86400	1641,6	658,08
1 ч. 30 м.	129600	2462,4	987,12
2 часа	172800	3283,2	1316,16

Для того чтобы обеспечить выполнение производственно-финансового плана коммерческих кинотеатров, у которых сеансы должны начинаться каждые $1^1/_2$—2 часа (из них 10 мин. уходит на впуск и выпуск зрителей в зал и на проветривание его между сеансами), в СССР установлена стандартная длина для немых фильмов (1800 *м*) и для звуковых (2400 *м*), рассчитанная примерно на 1 час 20 мин. непрерывной демонстрации.

Для сокращения времени проекции фильма и для повышения эмоционального воздействия кинопьесы на зрителя во всех больших кинотеатрах идет непрерывный показ всех частей фильма (непрерывная проекция). Для этого в будке кинотеатра устанавливается не менее двух проекторов. Пока работает один — на втором устанавливается следующая часть фильма (обычно одна часть немой картины содержит около 300 *м*, а звуковой — около 400 *м*).

Когда кончается показ одной части на первом проекторе, механик специальным переключателем включает второй проектор и выключает первый. В то время, пока работает второй проектор, на первом идет перезарядка фильма, меняют, если нужно, угли и подготовляют его к дальнейшей работе.

§ 164. ДНЕВНАЯ ПРОЕКЦИЯ

Если вести обычный показ фильма в освещенном зале или на открытом воздухе, то видимость изображения на экране становится тем хуже (мутнее), чем больше постороннего света попадает на экран. Для получения достаточно четкого показа фильма на экране существует определенное соотношение между освещенностью экрана проектором и засветкой экрана

от других источников света. Использованием в проекторе светосильной оптики и мощных источников света при проекции на экраны малых размеров можно получать такую большую освещенность (порядка 500 *лк* и выше), что демонстрацию фильма можно вести и в освещенном зале и даже на открытом воздухе при дневном свете.

Обычно для такой дневной проекции существуют специальные киноустановки, характерными особенностями которых являются: а) защищенность экрана с обеих сторон от попадания на него постороннего света; б) проекция фильма напросвет и в) наличие светосильной и короткофокусной оптики и мощных источников света в проекторе.

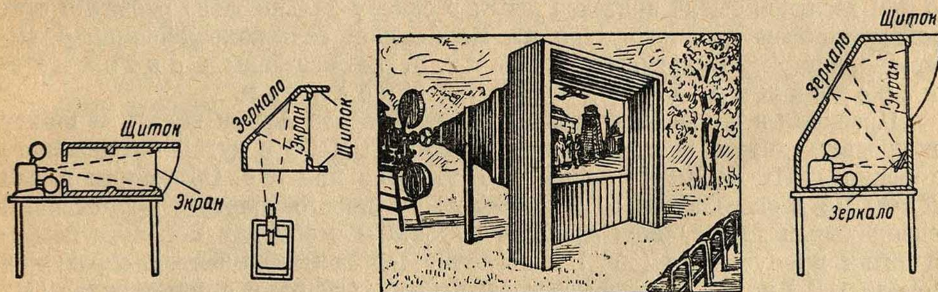


Рис. 188. Принципиальная схема устройства киноустановок для «дневной проекции». Слева и в центре — «проекция в шахту напросвет»; вторая слева — проекция через зеркало; справа — проекция через два зеркала

Чаще всего применяется так называемая проекция в «шахту». Принципиальная схема ее устройства заключается в том, что между объективом проектора и полупрозрачным экраном из светонепроницаемого материала устраивается «шахта», внутри которой проходят лучи проецируемого изображения. Изображение на экране рассматривается зрителями с обратной от шахты стороны (напросвет). Экран сверху и с боков защищается темными щитками, которые предохраняют его от прямой засветки от солнца и от посторонних источников света.

При расположении установки дневной проекции на натуре учитывается расположение затемняющих элементов на площадке (зданий, деревьев и т. п.) и положение солнца (рекомендуется экран располагать в северном направлении).

Для уменьшения размеров шахты, внутренние стенки которой во избежание возможных отражений покрываются светопоглощающим материалом (черным бархатом, матовой черной краской и т. п.), иногда применяются более сложные схемы хода лучей от проектора к экрану (рис. 188). Применяемые для этого зеркала с наружным серебрением хотя и позволяют уменьшить размеры шахты, но дороги, тяжелы и поглощают значительный процент света; поэтому обычно их применяют только в небольших установках, предназначенных для школ, витрин, автопередвижек и т. п.

Экраны, применяемые для дневной проекции, должны обладать низким коэфициентом отражения и высоким коэфициентом пропускания света; они не должны давать центрального светового пятна от объектива и должны иметь достаточно равномерное распределение освещенности по всей площади экрана.

Для экранов малых размеров применяется полотняная калька или матовые стекла, а для крупных театральных установок — шелковые или тонкие полотняные экраны, пропитанные специальными лаками и составами; для рирпроекции применяются целлулоидные, целлофановые, желатиновые и т. п. экраны. В специальных установках для дневной проекции в качестве источника света обычно берется мощная дуга интенсивного горения. Оптика — короткофокусная и светосильная (порядка 1 : 2—1 : 1).

В 1938 г. в Москве, в парке Центрального дома Красной Армии был пущен в эксплоатацию первый коммерческий кинотеатр дневной проекции на 2500—3000 зрителей. Результаты его работы и положительные отзывы о нем десятков тысяч зрителей легли в основу дальнейшего развития сети киноустановок дневного кино на Всесоюзной сельскохозяйственной выставке, в парках культуры и отдыха и т. п. Были созданы и автокинопередвижки для дневной проекции.

Проекция в парке Центрального дома Красной Армии велась «в шахту напросвет» двумя обычными проекторами ТОМП-4 с дугой интенсивного горения «ДИГ-НИКФИ» мощностью до 150 *а* при 78 *в*. Объективы имели F=40 *мм* и светосилу 1 : 1,8. Экран из шелкового полотна, пропитанный специальным лаком, имел размеры 3,7×2,9 *м* и обладал хорошим коэфициентом пропускания (60%) и незначительным коэфициентом отражения (около 18%) при отсутствии светового пятна. Сверху и с боков экран был защищен козырьком и щитком шириной в 2,4 *м*.

Светотехнические измерения освещенности экрана, произведенные в 2 часа дня летом при ясной погоде, дали в центре 1250 *лк*, из которых от проектора получалась освещенность около 900 *лк* и около 350 *лк* приходилось на засветку экрана посторонним светом (т. е. всего около 30%). Качество проекции при этом было вполне удовлетворительным. Кинопроекционные установки дневного кино еще больше расширят области применения кино в самых различных условиях (в школах, в деревне, на полевых работах, на учениях в частях Красной Армии и т. п.).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Г. Л. Ирский, «Звуковая кинопроекция», Госкиноиздат, 1939, ц. 10 р.

С. Н. Бронштейн, «Стационарная проекционная киноаппаратура», изд. «Искусство», М., 1936, ц. 1 р. 60 к.

А. Хрущев, «Новый источник света для кинопроекции», журнал «Киномеханик», № 6, 1939.

Д-р Иоахим, «Общий курс кинопроекции», изд. «Теакинопечать», 1930.

Ф. Ф. Масленников, «Справочник по киноделу», САО ГИЗ, 1934, ц. 3 р.

Проф. Е. М. Голдовский, «Кинотеатры Европы», журнал «Сов. кинофотопромышленность», № 11 и 12, 1936.

Его же, «Кинотехника Европы», изд. «Искусство», 1937, ц. 12 р.

Д. П. Чистосердов, «Кинопередвижка ГОЗ», РИО, Росснабсбыткино, 1936.

Проф. Е. М. Голдовский, «Узкопленочная кинематография», «Кинофотоиздат», 1936, ц. 5 р.

М. Басов. «Стационарный кинотеатр дневной проекции в ЦДКА», журнал «Киномеханик», № 1, 1939.

ОСНОВЫ ЦВЕТНОЙ КИНЕМАТОГРАФИИ

При изучении вопросов цветной кинематографии следует помнить, что проблема цвета не есть чисто физическая проблема, что она является проблемой и психо-физиологической. В различных системах цветного кино превалирует то одна сторона этой проблемы, то другая.

§ 165. ЦВЕТ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЗИКИ

Глаз человека видит световые лучи только с длинами волн в среднем от 400 до 760 $m\mu$, причем каждому лучу, имеющему тот или другой цвет, отвечает строго определенная длина волны. В общеизвестном солнечном спектре, полученном вследствие разложения сложного белого света, один цвет переходит в другой постепенно, и лишь ради практического удобства Ньютон условно разделил спектр на семь цветов. Все цветные лучи спектра являются монохроматическими, т. е. такими, которые не разлагаются в спектроскопе на другие цвета.

Ощущение сложного белого цвета получается в результате одновременного (или последовательного, через очень малые промежутки времени) действия на глаз всех цветов спектра или трех основных цветов или даже пары так называемых дополнительных цветов (синего и желтого, оранжевого и голубого и др.).

§ 166. СЛОЖЕНИЕ ЦВЕТОВ (АДДИТИВНЫЙ СПОСОБ)

Если с помощью спектроскопа разложить луч белого света на его составные элементы, а затем из этого спектра с помощью двух маленьких зеркалец одновременно отбросить на одно и то же место белого экрана, например, синий и желтый лучи, то на этом месте экрана будет видно белое пятно. Это произойдет потому, что от поверхности экрана будут одновременно отражаться и синие и желтые лучи, которые, попадая в глаз зрителя и как бы складываясь вместе, вызовут у него ощущение белого цвета.

По Гельмгольцу, в результате такого сложения цветных лучей, называемого аддитивным сложением, получаются следующие комбинации (табл. 41 на стр. 328).

§ 167. ВЫЧИТАНИЕ ЦВЕТОВ (СУБТРАКТИВНЫЙ СПОСОБ)

Отбрасывая на белый экран одновременно, например, синий и желтый лучи, в результате сложения мы получали белый свет. Совсем другой результат будет, если сложить два цветных стекла — синее и желтое — и посмотреть через них на освещенный сол-

Таблица 41

Аддитивное сложение цветов

Цвет	Фиолетовый	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый	Оранжевый	Красный
	Длина волн (в миллимикронах)						
	410	440	470	520	580	600	650
Красный	Пурпур	Темно-розовый	Бледно-розовый	Бледно-желтый	Оранжевый	Красно-оранжевый	Красный
Оранжевый	Темно-розовый	Бледно-розовый	Белый	Желтый	Оранжево-желтый	Оранжевый	Красно-оранжевый
Желтый	Бледно-розовый	Белый	Бледно-зеленый	Желто-зеленый	Желтый	Оранжево-желтый	Оранжевый
Зеленый	Бледно-синий	Аквамарин	Голубовато-зеленоватый	Зеленый	Желто-зеленый	Желтый	Бледно-желтый
Голубой	Синий (индиго)	Сине-голубой	Голубой	Голубовато-зеленый	Бледно-зеленый	Белый	Бледно-розовый
Синий (индиго)	Сине-фиолетовый	Синий	Сине-голубой	Аквамарин	Белый	Бледно-розовый	Темно-розовый
Фиолетовый	Фиолетовый	Сине-фиолетовый	Синий (индиго)	Бледносиний	Бледно-розовый	Темно-розовый	Пурпур

нечным светом белый экран. Лучи сложного белого света падают на переднюю прозрачную синюю пластинку. Из цветных лучей, составляющих белый цвет, красные и желтые будут поглощены (абсорбированы) полностью, так как синий краситель данной пластинки поглощает их, а синие лучи пройдут почти полностью; зеленые и фиолетовые лучи пройдут ослабленными. Таким образом на стоящую сзади синей пластинки желтую пластинку из всего состава белого света будут падать только зеленые, синие и фиолетовые лучи (т. е. наша синяя пластинка как бы вычла из потока сложного белого света лучи красные и желтые). Из этих лучей сквозь желтую прозрачную пластинку смогут пройти только зеленые лучи, так как синие и фиолетовые будут полностью абсорбированы ею.

В результате освещенный белый экран через эти две цветные пластинки будет выглядеть зеленым.

Следовательно, при последовательном пропускании белого света через цветные пластинки в них будет происходить последовательное вычитание тех или иных цветов (в зависимости от цветности пластинки); окончательный суммарный пропущенный свет будет остаточным, за вычетом всех поглощенных пластинками цветов. Такой способ смешения цветов носит название субтрактивного способа или способа вычитания. Получаемые результаты по такому способу приведены в табл. 42 на стр. 330.

§ 168. ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ТРЕХЦВЕТОК И ДВУХЦВЕТОК

Выше (см. § 46) мы уже говорили, что в глазу человека имеются как бы два самостоятельных органа зрения: «колбочки» — орган дневного, многоцветного зрения, и «палочки» — орган монохроматического, сумеречного зрения. Интересно отметить, что при дневном зрении «колбочками» максимальная очувствленность глаза будет к желто-зеленым лучам (т. е. именно этот цвет кажется нам светлее, чем другие цвета), а при рассматривании тех же цветов спектра в сумерках максимум очувствленности передвигается в область синих лучей. На рис. 189 показаны кривые чувствительности глаза человека к различным цветным лучам при дневном зрении (сплошная линия) и при сумеречном (пунктир). Так как процесс зрения обычно осуществляется одновременно и «колбочками» и «палочками», то в зависимости от степени их участия в данном процессе, от одних и тех же реально существующих цветов, только в зависимости от яркости их освещения будут и различные соотношения светлости отдельных тонов. Например, при ярком освещении красный цветок мака будет казаться светлее синего василька; в сумерках василек будет виден почти белым, а красный мак — темным («эффект Пуркиньи»).

По Юнгу-Гельмгольцу зрительные ощущения цвета являются результатом соответствующего раздражения трех основных ощущений: красного, зеленого и фиолетового (см. § 46).

Из графика рис. 47 видно, что наибольшую роль в цветных восприятиях играет основное ощущение красного цвета (R), затем зеленого цвета (G) и сравнительно меньшую роль синего цвета (B), которое

Таблица 42

Субтрактивное смешение цветов

Цвет	Фиолетовый	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый	Оранжевый	Красный
	Длина волны (в миллимикронах)						
	410	440	470	520	580	600	650
Красный	Красно-фиолетовый	Серо-коричневый	Серо-фиолетовый	Желто-серый	Красно-желтый	Красно-желтый	Красный
Оранжевый	Красно-коричневый	Оливковый	Оливково-серый	Желто-серый	Оранжево-желтый	Оранжевый	Красно-желтый
Желтый	Красно-коричневый	Желто-оливковый	Желто-зеленый	Желто-зеленый	Желтый	Оранжево-желтый	Красно-желтый
Зеленый	Серый	Сине-серый	Голубовато-серый	Зеленый	Желто-зеленый	Желто-зеленый	Желто-серый
Голубой	Сине-фиолетовый	Сине-голубой	Голубой	Голубовато-зеленый	Зеленый	Оливково-серый	Серо-фиолетовый
Синий (индиго)	Сине-фиолетовый	Синий	Сине-голубой	Сине-серый	Желто-оливковый	Оливковый	Серо-коричневый
Фиолетовый	Фиолетовый	Сине-фиолетовый	Сине-фиолетовый	Серый	Красно-коричневый	Красно-коричневый	Красно-фиолетовый

является основным в восприятиях только голубого, синего и фиолетового цветов.

Так как все цветные восприятия являются результатом возбуждения только этих трех основных цветных ощущений, становится понятным, почему и в цветной кинематографии возможно получить почти все многообразие цветов, пользуясь только тремя основными цветами — красным, зеленым и синим (так называемая трехцветка).

В тех случаях, когда без особого ущерба для художественной стороны передачи можно отказаться от правильной цветопередачи какого-то участка спектра (чаще всего либо синих цветов либо чисто зеленых), возможно ограничиться выбором двух основных цветов — чаще всего красного и зеленого (или точнее — красно-оранжевого и сине-зеленого); в этом случае получится двухцветка. Вследствие несовершенства глаза человека зрителю не будут достаточно резко заметны те цветные искажения, которые в действительности имеют место при таком двухцветном методе.

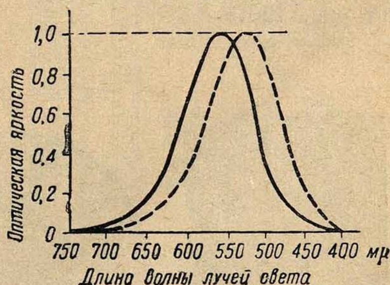


Рис. 189. Цветочувствительность глаза при дневном зрении (сплошная линия) и при сумеречном (пунктир)

§ 169. СИСТЕМЫ ЦВЕТНОГО КИНО

При обыкновенной «черно-белой» кинематографической передаче неподвижных кадриков на экране благодаря наличию у зрителей ассоциативной памяти мозга и персистенции зрения получается иллюзия непрерывного движения, которого на самом деле нет. Так и в некоторых системах цветной кинематографии получается иллюзия многоцветности, которой на самом деле тоже нет.

Те системы, в которых многоцветность является результатом сложения лучей основных цветов, называются аддитивными, а те, в которых эта многоцветность является следствием последовательного вычитания цветных лучей, идущих от источника белого света через пленку к экрану, — субтрактивными.

В аддитивных системах цветного кино мы обычно имеем черно-белый позитив и какое-то дополнительное устройство со светофильтрами. В субтрактивных же системах сам позитив цветной и его можно показывать на обычном проекторе.

§ 170. «КИНЕМАКОЛОР» УРБАНА И СМИТА

Одной из старейших систем цветной кинематографии является система «Кинемаколор» (1906) Урбана (Charles Urban) и Смита (Albert Smith).

Киносъемочная камера Урбана и Смита имела перед пленкой дополнительный обтюратор с двумя щелями, одна из которых была закрыта зеленым (точнее, сине-зеленым) светофильтром, пропускавшим только желтые, зеленые и голубые лучи и задерживавшим красные, оранжевые, синие и фио-

летовые; другая щель обтюратора была перекрыта красным (красно-оранжевым) светофильтром, пропускавшим только красные и оранжевые лучи и абсорбировавшим все остальные.

Обтюратор со светофильтрами вращался со скоростью в два раза меньшей, чем основной обтюратор съемочного аппарата, в результате чего на панхроматическом негативе кадры последовательно снимались то через красный фильтр, то через зеленый так, что все четные кадры были сняты через зеленый фильтр, а все нечетные — через красный. Съемка велась со скоростью 32 кадра в секунду, что вызывало увеличенный расход пленки. Общий вид съемочной камеры Урбана и Смита и его обтюратора показан на рис. 190.



Рис. 190. Съемочный аппарат Урбана и Смита «Кинемаколор» (слева) и цветной обтюратор (в центре) для проекции снятых им цветных фильмов. Справа соседние кадрики на позитиве фильма, снятого по способу «Кинемаколор»: верхний кадрик снят через красный фильтр; нижний — через сине-зеленый

Экспонированный негатив проявлялся обычным порядком, с него печаталась черно-белая копия, которая и показывалась в специальном проекторе, снабженном дополнительным обтюратором с такими же красным и зеленым светофильтрами. Этот обтюратор вращался вдвое медленнее основного обтюратора; лента закладывалась в проектор так, чтобы кадрик, снятый через красный фильтр, и на экран проецировался бы через красный же фильтр, а снятый через зеленый фильтр — тоже через зеленый.

Следовательно, при проекции на экране фильма, снятого по способу «Кинемаколор», будет обычная проекция черно-белого кадрика позитива то в зеленых, то в красных лучах. Так как в результате различной избирательной абсорбции применяемых при съемке светофильтров соседние кадрики позитива будут сильно отличаться друг от друга (см. рис. 190 справа, где на верхнем кадрике снимок сделан через красный фильтр, а на нижнем — через зеленый), то и изображения на экране, показываемые на зеленом или на красном фоне, тоже будут различны. Благодаря персистенции

зрения изображения «красного» и «зеленого» кадриков сольются в одно и с помощью ассоциативной памяти мозга получится иллюзия многоцветности.

Достоинствами этой системы являются простота переделки съемочной и проекционной аппаратуры, простота лабораторной обработки негатива и позитива, дешевизна изготовления копий, сравнительно хорошая передача почти всех цветов (кроме синих и фиолетовых, лучи которых не пропускаются ни красным, ни зеленым фильтрами).

Недостатками «Кинемаколора» являлись: большое поглощение света фильтрами, позволявшее снимать только при особо благоприятных световых условиях, двойной расход пленки, довольно значительное мигание при проекции, отсутствие в передаче чисто синего цвета и наличие цветного параллакса.

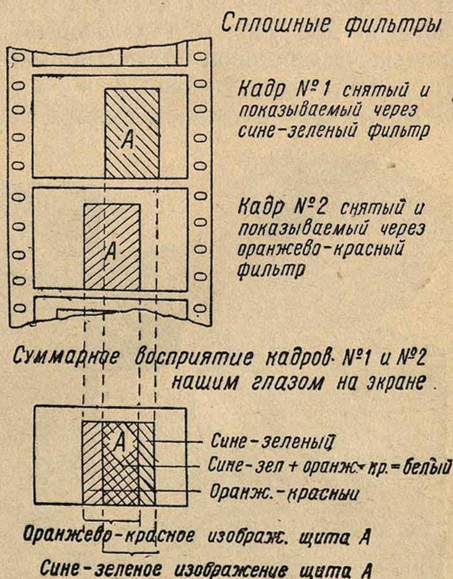


Рис. 191. Схема появления «цветного параллакса»

При проекции на экран заснятых по способу «Кинемаколор» движущихся белых объектов (в особенности, если направление движения перпендикулярно оптической оси объектива) вокруг них возникает цветная окантовка (с одной стороны оранжево-красная, с другой — сине-зеленая), которую обычно называют цветным или временным параллаксом.

Сущность этого явления пояснена схемой на рис. 191. В нашем примере зеленое изображение белого объекта *А* при проекции на экран кадра № 1 через зеленый фильтр проектора будет находиться правее, нежели красное изображение того же объекта *А* при последующей проекции на экран соседнего кадра № 2 через красный фильтр проектора. В результате слияния в мозгу изображений этих двух соседних кадров мы увидим объект *А* белым только в центральной части, где зеленое изображение его будет накладываться на красное. Справа останется зеленая кайма, а слева — красная, ибо в этих местах зеленое изображение объекта *А* не совпадет с его красным изображением.

§ 171. «СПЕКТРОКОЛОР»

Для устранения всех этих недостатков «Кинемаколора» в апреле 1929 г. автор предложил и запатентовал систему «Спектроколор», по которой трестом «Востоккино» был сделан первый советский цветной фильм «Праздник труда» в двух частях и ролик экспериментальных съемок, выпущенный на коммерческий экран.

Принципиальное отличие этой системы от предыдущей заключается в применении спектральных светофильтров, т. е. не сплошного красного, а состоящего из пяти участков: красного, оранжево-красного, желто-оранжево-красного, желто-оранжевого и желтого, и не сплошного зеленого, а фильтра, имеющего три участка: синий, сине-зеленый и зеленый. В этой системе весь спектр не разделяется резко на две части, как это делается в системе Урбана и Смита, а умышленно частично пропускаются некоторые общие лучи через оба фильтра. Это уменьшает «цветовой толчок» при показе на экране и, благодаря наличию во время проекции окрасок всех цветов, позволяет глазу зрителя на основе ассоциативной памяти мозга «узнавать» наиболее естественную окраску предметов, выбирая для нее нужные элементы.

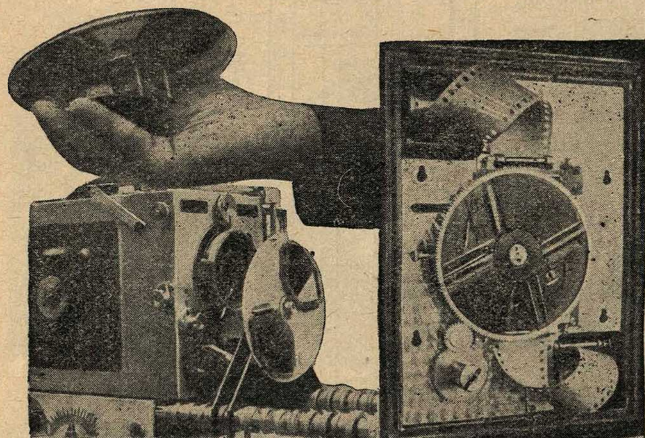


Рис. 192. Аппаратура «Спектроколора». Сверху — приставка со спектральными фильтрами к проектору; внизу, слева — приставка к съемочному аппарату «Дебри»; справа — аппарат «Дебри» с внутренним дополнительным обтюратором со «спектральными фильтрами»

Достоинствами этой системы кроме простоты переделки съемочной и проекционной аппаратуры (рис. 192) и простоты и дешевизны лабораторной обработки явились: более правильная, естественная и мягкая передача всех цветов, значительно меньшая плотность фильтров (2- и 3-кратная), позволяющая производить цветные съемки в условиях очень слабого освещения (прилет «Цеппелина» снят около 8 час. вечера), уменьшение явления цветного параллакса и мигания.

К недостаткам этой системы нужно отнести необходимость переделки проекционных аппаратов и известное мерцание при нормальной скорости показа.

§ 172. НОВЕЙШИЕ АДДИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

В самое последнее время за границей снова обратили внимание на трехцветку, осуществляемую по аддитивному методу. Наилучших результатов практически добилась французская фирма «Франсита». Система производства цветного фильма «Франсита» заключается в том, что на панхроматическую пленку обычной съемочной камерой со специальной оптической насадкой на объективе одновременно снимаются три изображения (через красный, зеленый и синий фильтры), каждое размером 7,5×10 *мм*. Все три изображения располагаются на площади одного нормального кино-

кадра (18×24 *мм*). Два из них расположены в левой половине кадра — друг над другом, третье расположено в правой половине — посредине.

С полученного путем обычной обработки негатива на позитивной пленке печатают нужное количество черно-белых копий. Проекция фильмов, снятых по способу «Франсита», ведется нормальным проектором, объектив которого снабжен оптической насадкой, аналогичной той, которая применялась при съемке, и также имеющей три светофильтра. Сложность устройства этой оптической насадки, необходимой для совмещения на экране всех трех изображений в одно, является недостатком системы; кроме того она страдает значительной параллактической ошибкой, сильно сказывающейся уже при съемке средних планов.

§ 173. РАСТРОВЫЕ СИСТЕМЫ

В настоящее время растровая кинопленка и автохромные фотопластинки состоят из прозрачной основы (целлулоид, стекло), на которую нанесен тончайший слой микроскопических светофильтриков. Этот слой носит название цветного растра; поверх него наносится слой панхроматической эмульсии.

В качестве материала для микроскопических светофильтриков берутся или зерна крахмала (Люмьер), или зерна гуммиарабика (Агфа), или другие материалы (целлулоид, вискоза, стеклянная пыль, различные смолы и т. п.).

Для примера укажем, что растр Люмьера состоит из крахмальных зерен, имеющих в поперечнике примерно около 0,01 *мм*; 8 весовых частей этих зерен окрашивается в зеленый цвет, 7 весовых частей — в синий и 5 частей — в красный цвет. Затем эти окрашенные зернышки тщательно перемешиваются между собой и наносятся в один ряд на целлулоидную ленту. В результате получается так называемый неорганизованный или «хаотический» растр. Промежутки между отдельными крахмальными зернами запудриваются угольной пылью.

Для того чтобы обеспечить наиболее равномерное распределение всех цветных элементов по всей поверхности пленки, применяется организованный растр (рис. 193).

Слой растра обычно пропускает всего 7—15% падающего на него света, что заставляет при съемке на подобных материалах увеличивать экспозицию в десятки раз (в 30—60 раз против нормальной черно-белой съемки).

Для съемки растровая пленка закладывается в обыкновенную киносъемочную камеру целлулоидным слоем в сторону объектива, чтобы экспозиция производилась через растровый слой.

На рис. 194 слева изображен увеличенный в сотни раз разрез растровой пленки, на которой буквой *A* обозначена целлулоидная лента, буквой *B* — растровый слой (элемент, заштрихованный справа налево, изображает зернышко крахмала, окрашенное в зеленый цвет; элемент, заштрихованный слева направо, — красный светофильтрик, и нижнее зернышко, имеющее сетчатую штриховку, окрашено в синий цвет), *C* — панхроматический светочувствительный слой.

Пусть во время съемки на весь этот микроскопический участок пленки с растром от снимаемого объекта падают красные лучи. Пройдя

слой целлулоида A, они встретят растровый слой B со светофильтрами. Здесь красные лучи смогут пройти сквозь него и подействовать затем на светочувствительный слой C только на том участке, где находится зернышко крахмала, окрашенное в красный цвет.

Ни через зеленый ни через синий светофильтрики красные лучи не пройдут и, следовательно, не окажут никакого действия на светочувствительный слой C.

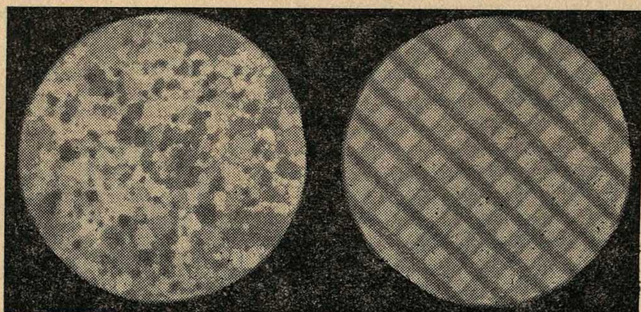


Рис. 193. Микрофотография «хаотического» растра кинопленки «Лигноза» (слева) и «организованного» растра «Дюфай» (справа)

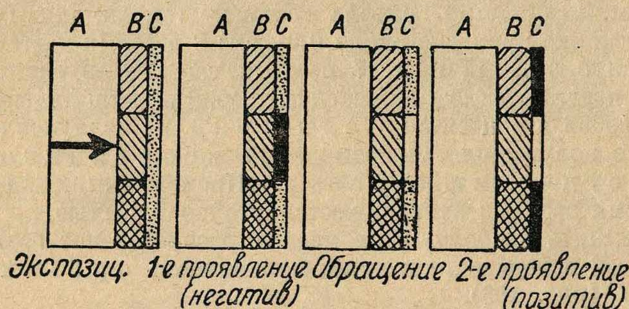


Рис. 194. Схема действия растра

После экспозиции пленку проявляют и, не фиксируя, обращают в позитив. Сущность процесса обращения показана на схеме рис. 194. После первого проявления металлическое серебро восстановится только под красным светофильтриком (черный участок слоя C). Под зеленым и под синим светофильтриками неэкспонированный слой будет попрежнему состоять из неизмененного бромистого серебра.

Проявленную пленку погружают в обращающий раствор [1], который растворяет металлическое серебро изображения и никак не действует на неизмененное ни светом ни проявителем бромистое серебро. В результате обращения под красным светофильтриком останется только прозрачный желатиновый слой, а под зеленым и синим светофильтриками — светочувствительное бромистое серебро.

После этого обращенную пленку засвечивают (или просто выносят на свет) и проявляют второй раз в обычном проявителе, в результате чего под зеленым и синим фильтриками растра восстановится плотный слой черного металлического серебра.

---

[1] Например, такого состава: двухромовокислого калия—5 *г*; серной кислоты—10 *см*³; воды—1000 *см*³. — *Н. А.*

Сравнивая вторую фигуру с четвертой видно, как непосредственно из негатива получился позитив, на котором при рассматривании его напросвет или при проекции на экран будет видна только красная точка, т. е. как раз такая, какую отбрасывал снимаемый объект. Неспособность глаза видеть отдельно мельчайшие цветные точки, из которых состоит изображение на растровом снимке или на экране, позволяет видеть за счет смешивания их элементов все цвета.

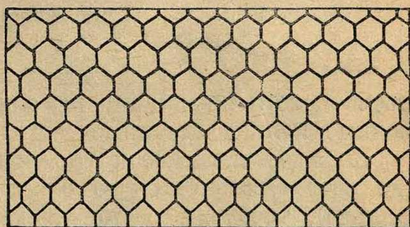
Основным достоинством растровых систем является возможность пользоваться обыкновенными съемочными и проекционными аппаратами без каких бы то ни было переделок. Эти системы дают хорошие результаты и в смысле цветопередачи.

Недостатками являются: высокая стоимость растровой пленки, необходимость сильно увеличивать экспозицию, относительная сложность лабораторной обработки и невозможность путем непосредственной печати размножения позитивных копий.

§ 174. «КОДАКОЛОР»

Идея бесцветного оптического растра была предложена Р. Бертоном еще в 1908 г.; но только после длительной работы совместно с Келлером-Дорианом в 1928 г. была выпущена так называемая гофрированная пленка «Кодаколор».

Сущность этой системы заключается в том, что наружная сторона целлулоидной ленты покрыта непрерывным слоем микроскопических линзочек, выдавленных гравированным вальцем непосредственно на самой целлулоидной ленте (первоначально— шестигранных, а в современных образцах — полуцилиндрических, которых на 1 *мм* помещается 30 штук [1]).



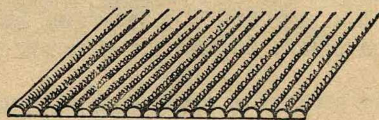


Рис. 195. Гофрированная («чеканная») пленка «Кодаколор» в сильно увеличенном виде

Эта гофрированная пленка (рис. 195) со светочувствительным панхроматическим слоем закладывается в киносъемочный аппарат целлулоидным слоем в сторону объектива, на который надевается специальный светофильтр, состоящий из трех цветных полос: из красной, зеленой и синей.

Линзочки целлулоида отбрасывают на светочувствительный слой уменьшенное до микроскопических размеров изображение светофильтра, надетого на объектив. Следовательно, во время съемки на слой будут действо-

[1] По данным проф. Голдовского на 1 *мм*² чеканной пленки приходится около 520 шестигранных линз; по Фурдуеву — от 1500 до 2000 линз. — *Н. А.*

вать только те лучи, которые прошли через соответствующие з о н ы ф и л ь т р а, и изображение на пленке будет состоять из бесчисленного количества расположенных рядом микроскопических кружочков (изображений светофильтра), у которых различные зоны (красная, зеленая и синяя) будут освещены различно. После съемки пленку проявляют и, не фиксируя, подвергают процессу обращения в позитив.

При показе позитива на экране на объектив проектора надевается точно такой же трехполосный светофильтр. При проекции фильма с оптическим растром ход лучей будет обратен ходу лучей при съемке, и в результате на экране получится многоцветное изображение (рис. 196).

Основными достоинствами этой системы является исключительная правильность цветопередачи и сравнительно незначительные переделки

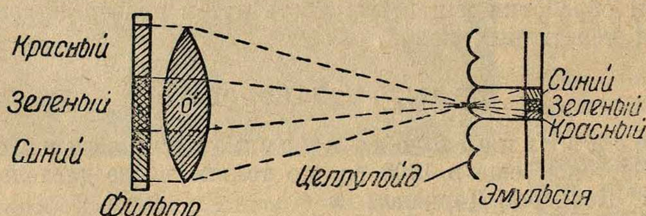


Рис. 196. Принципиальная схема действия оптического растра

съемочного и проекционного аппаратов (специальный светофильтр и добавочные компенсационные линзы).

К недостаткам этой системы нужно отнести большую потерю света (до светочувствительного слоя доходит всего 7% света, падающего на фильтр), требующую применения светосильной оптики (порядка 1 : 1,8 и 1 : 2) и очень яркого света как при съемке, так и при проекции (этим объясняется то, что данная система применяется исключительно для любительских установок с экраном шириной не больше 0,75 *м*), сложность лабораторной обработки и невозможность простого размножения копий.

§ 175. ДВУХЦВЕТНЫЙ СПОСОБ «БИПАК»

Одним из самых распространенных способов цветной кинематографии является двухцветный субтрактивный способ «Бипак», впервые введенный на кинопроизводстве в 1928 г. фирмой «Мультиколор». В СССР по методу «бипак» сделаны цветные фильмы «Соловей-соловушка», «Карнавал цветов», «Экран расцветает», «Сорочинская ярмарка» и др.

Сущность этой системы заключается в том, что специальным аппаратом с четырьмя кассетами (рис. 197) производится съемка о д н о в р е м е н н о н а д в е п л е н к и, с л о ж е н н ы е с в е т о ч у в с т в и т е л ь н ы м и с л о я м и в м е с т е. Пленка, находящаяся ближе к объективу камеры, называется ф р о н т ф и л ь м о м (frontfilm) и имеет о р т о х р о м а т и ч е с к и й с л о й э м у л ь с и и (т. е. очувствленный к желтым, зеленым, голубым, синим и фиолетовым лучам); сверху он покрыт красным лаком или окрашенным желатином, являющимся светофильтром,

пропускающим к задней пленке только красные, оранжевые и часть желтых лучей. Задняя пленка — рюккфильм (rückfilm) имеет панхроматический слой.

Общая светочувствительность рюккфильма делается раза в три большей, чем чувствительность фронтфильма, так как к ней лучи доходят сильно ослабленными за счет прохождения сквозь светочувствительный слой передней пленки (обычно в «бипаке» фронтфильм имеет чувствительность около 150° Х. и Д. и рюккфильм — около 500° Х. и Д.).

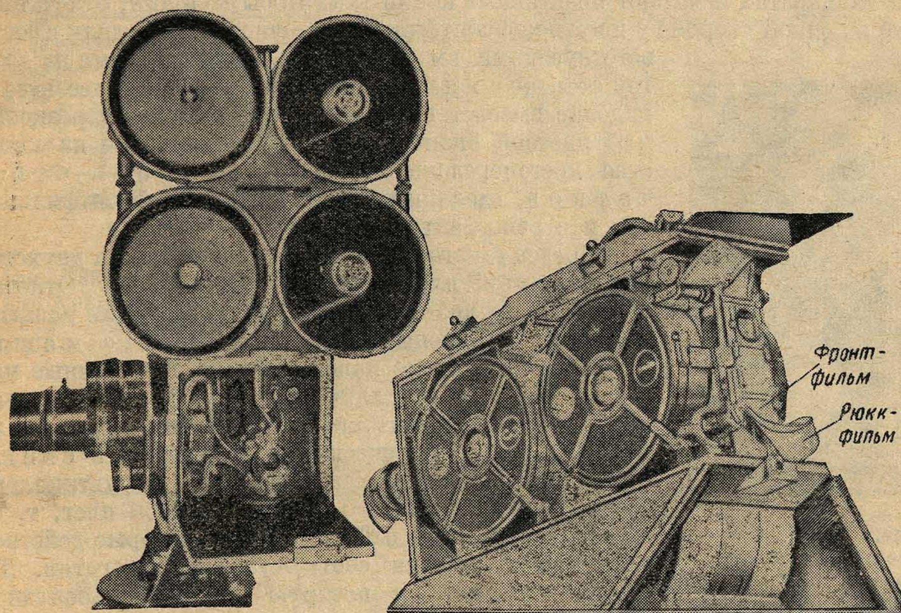


Рис. 197. Четырехкассетные съемочные камеры для цветных фильмов. Слева — американская камера «Бэлл-Хауэлл»; справа — европейская «Аскания»

Во время съемки цветные лучи светового изображения, даваемого объективом, проходят сквозь слой целлулоида фронтфильма, действуют на ее ортохроматический слой (на него подействуют только зеленые, голубые, синие и фиолетовые лучи фотографируемого изображения), затем они проходят через красный слой пленки, задерживающий те цветные лучи, которые должны действовать только на светочувствительный слой фронтфильма, и пропускают только красные, оранжевые и часть желтых лучей, которые подействуют на панхроматический слой рюккфильма.

При съемке «бипаком» одновременно получаются два негатива с каждого снимаемого кадрика: один негатив (на фронтфильме) будет получаться в результате действия на ортохроматический слой только сине-зеленой части спектра, а другой негатив (на рюккфильме) — в результате действия на панхроматический слой оранжево-красной части спектра. Таким образом в основе этого способа лежит принцип цветной сепарации лучей света.

Снятые негативы проявляются отдельно друг от друга обычным порядком (красный светофильтровый слой фронтфильма в проявителе полностью смывается) и в результате получаются два цветоделенных негатива. Затем с них печатают на специальную позитивную пленку («дипофильм»), покрытую с обеих сторон светочувствительным слоем, окрашенным защитным желтым красителем, который во время дальнейшей лабораторной обработки пленки полностью вымывается. На такую двухсторонне политую пленку на специальных точно работающих копировальных аппаратах печатают позитивные копии так, чтобы кадрики, отпечатанные на одной стороне с негатива фронтфильма, в точности совпадали с соответствующими им кадриками, отпечатанными на другой стороне с негатива рюккфильма. Малейшее несовпадение вызовет в дальнейшем появление нерезкости или цветной окантовки. Большое значение на качестве цветопередачи играет плотность отпечатков, сделанных как с негативов фронтфильма, так и с рюккфильма.



Рис. 198. Образец позитива, отпечатанного с «бипака» на двухсторонней пленке «дипофильм». На верхнем кадрике — отпечаток с «фронтфильма»; на нижнем кадрике — с «рюккфильма»; посредине — суммарное изображение

Образец такого проявленного позитива на двухсторонне политой пленке показан на рис. 198. Отпечатанный и проявленный такой двухсторонний позитив поступает на специальные виражные машины, по своей схеме напоминающие проявочные машины. На них металлическое серебро позитивного изображения, отпечатанного с рюккфильма, вирируется (т. е. химически окрашивается) в синий (железным виражом, как в фильмах «Мультиколор» или «Межрабпомфильм») или в зеленый цвет, т. е. в цвет, дополнительный к тем лучам, которые действовали при съемке на соответствующий негатив. Та сторона пленки, на которую отпечатан позитив с фронтфильма, вирируется в красный цвет (например, урановым виражом). Полученный таким образом двухцветный позитив при рассматривании напросвет и при проекции дает многоцветное изображение и может быть показан на экране с помощью обычного проекционного аппарата.

Основными преимуществами этого способа является возможность изготовления любого количества цветных копий и возможность их показа обычными проекторами без переделок.

Недостатками является: неполная и не всегда правильная передача всех цветов, относительная сложность и дороговизна лабораторной обработки и необходимость специального оборудования (специальные съемочные камеры, специальные копировальные аппараты, проявочные и виражные машины и т. п.).

§ 176. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СПОСОБА «БИПАК»

Пленки для цветных съемок по способу «Бипак» выпускаются различными фирмами. Наиболее известны «бипаки» Агфа (Германия), Геверта

(Бельгия) и Дюпона (США). Они отличаются друг от друга не только свето- и цветочувствительностью, но и характером промежуточного светофильтрового слоя (рис. 199 и табл. 43).

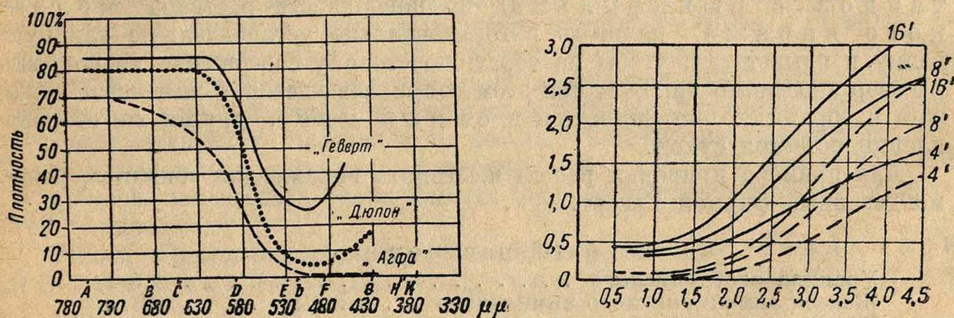


Рис. 199. Кривые избирательной абсорбции фильтрующего слоя. Слева: кривые избирательной абсорбции фильтрующего слоя «фронтфильма» в «бипаках» фирм «Геверт», «Агфа» и «Дюпон». Справа: характеристические кривые по Х. и Д. и для «бипака» фирмы «Агфа». Пунктирные линии — для «фронтфильма»; сплошные — для «рюккфильма»

Таблица 43

Цветочувствительность различных пленок «бипак»

Цветочувствительность по отношению к лучам	«Бипак» Агфа (эмульсия № 90520)		«Бипак» Геверт (эмульсия № 15823)	
	фронт-фильм	рюкк-фильм	фронт-фильм	рюкк-фильм
Синим	1	1	1	1
Зеленым	3,7	6,3	0,7	9,3
Желтым	5,3	28	1	28
Красным	0	23	0	64
Широта светочувствительного слоя	64	128	256	256

Двухсторонняя позитивная пленка «дипофильм» фирмы «Агфа» обладает большей мягкостью градации плотностей, чем обычная позитивная пленка.

Проявляется двухсторонняя пленка на специальных проявочных машинах, где она касается роликов только своими краями с перфорацией, для чего катушки имеют V-образные вырезы. Таким образом обе стороны пленки, покрытые светочувствительным слоем, будут соприкасаться с обрабатывающими их составами и не будут портиться при прикосновении к роликам или рамам.

Вирирование двухсторонней пленки производится на специальных машинах (типа «Мультиколор» или «Межрабпомфильм»). Сущность их устройства заключается в том, что готовый черно-белый двухсторонний высушенный позитив сначала плывет одной стороной (отпечатанной с рюккфильма) по поверхности раствора железного виража, налитого в горизонтально установленную длинную ванну, и плывет так, чтобы на обратную сторону совершенно не попадал раствор железного виража; при этом соприкасающееся с железным виражом изображение окрашивается в синий цвет, другая же сторона пленки остается сухой.

Для примера приводим рецепт железного виража для «бипака», рекомендованный фирмой Геверт.

1-й раствор

Уранила азотнокислого	0,8 *г*
Железа лимоннокислого аммиачного	2 „
Кислоты соляной	1,5 *см*^{3}
Воды	500 „

2-й раствор

Красной кровяной соли	1 часть
Воды	500 *см*^{3}

Оба раствора перед употреблением смешиваются вместе. Благодаря присутствию соединения урана этот вираж дает зеленовато-синий тон. Для получения фиолетового оттенка в этот раствор добавляют на каждый литр виража по 50 капель аммиака. Для чисто синего тона берется вираж, приготовленный по другому рецепту.

Американская фирма «Мультиколор» рекомендует для железного виража следующий рецепт:

Железоаммиачной соли щавелевой кислоты	9 *г*
Красной кровяной соли	4 „
Аммония хлористого	8 „
Кислоты соляной	4 *см*^{3}
Воды	1000 *см*^{3}

Отвирированная таким образом с одной стороны железным виражом в синий или в сине-зеленый цвет пленка при дальнейшем прохождении через машину погружается в вертикальные баки с урановым виражом; последний на уже полученное синее изображение не действует и окрашивает в оранжевато-коричневато-красный цвет только неотвирированную сторону пленки, отпечатанную с фронтфильма.

«Мультиколор» предлагает следующий рецепт уранового виража:

Калия щавелевокислого	12 *г*
Урана азотнокислого	32 „
Кислоты соляной	32 „
Красной кровяной соли	9 „
Воды	1000 *см*^{3}

Отвирированный с обеих сторон позитив цветного фильма промывается, сушится и затем показывается на обыкновенных проекционных аппаратах.

§ 177. «ТЕХНИКОЛОР»

Старейшей кинопроизводственной организацией по изготовлению цветных фильмов является американская компания «Техниколор», руководимая Гербертом Кальмусом и основанная им в 1915 г. В первых двухцветных фильмах, сделанных субтрактивным способом, «Техниколор» производил съемку специальной камерой, у которой грейфер передвигал пленку с панхроматическим слоем сразу на величину двух кадриков. Сзади объектива перед пленкой помещалась специальная призма (рис. 200), которая раздваивала падающее на нее из объектива изображение на два одинаковых и отбрасывала их на пленку (луч C и луч B). Между призмой и пленкой помещались светофильтры (один — оранжево-красный и другой — сине-зеленый).

Таким образом в этом аппарате одновременно снималось по два одинаковых кадрика, расположенных на

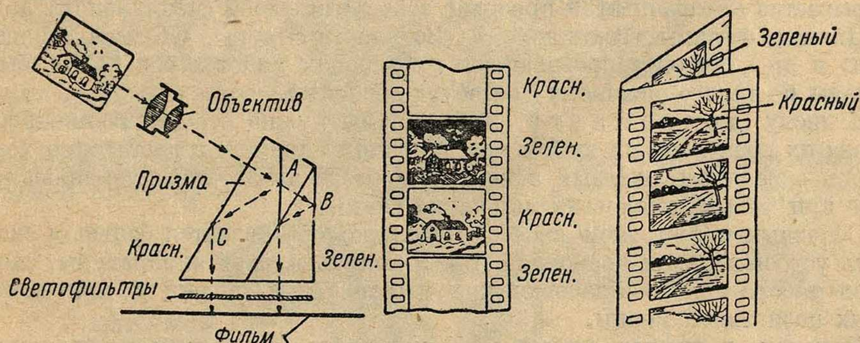


Рис. 200. Принципиальная схема цветной съемки по способу «Техниколор» (двухцветка)

пленке друг под другом, экспонированных: один — через красный светофильтр, а другой — через зеленый. Негатив проявлялся нормальным способом и затем с него на копировальном аппарате печаталась позитивная копия на специальную пленку двойной ширины и уменьшенной толщины так, чтобы все кадрики, снятые через красный фильтр, размещались друг под другом в одном вертикальном ряду, а кадрики, снятые через зеленый светофильтр, составляли другой вертикальный ряд.

После проявки эта пленка двойной ширины сгибалась пополам, так чтобы соответствующие «зеленые» и «красные» кадрики совпадали друг с другом, и склеивалась на специальных машинах (при сгибании внутри находится целлулоидный слой, а эмульсия оказывается снаружи); затем на особых виражных машинах одна сторона такого двухстороннего позитива, которая несет отпечатки с негативных кадриков, снятых через зеленый фильтр, вирируется в красный цвет, а противоположная — в зеленый.

Сложность этого способа заставила «Техниколор» примерно с 1918 г. перейти на способ переноса изображения (гидротипный способ или, как он называется в фотографии, способ пина-

типии). Сущность его заключается в том, что хромированная желатина обладает способностью под действием света задубливаться, и степень этого задубливания пропорциональна освещенности ее различных участков.

Поэтому с двух позитивов (одного с «красными» кадриками и другого — с «зелеными»), отпечатанных на двух отдельных пленках, покрытых слоем хромированной желатины, путем экспонирования получаются матрицы, т. е. рельефные контрнегативы, которые в дальнейшем играют роль клише для печати прозрачными красками на бессеребряной пленке (бланкфильм), на целлулоидную основу которой нанесен лишь тонкий слой чистой желатины.

На специальных машинах на такую чистую пленку с желатиновым слоем последовательно печатаются соответствующими прозрачными красками (фирма «Техниколор» в основном применяла голубовато-зеленоватую краску и оранжево-красную) изображения с этих двух матриц. Для предохранения от быстрого износа желатинового слоя с изображениями он сверху покрывается прозрачным и прочным защитным слоем специального лака.

Цветные фильмы «Техниколор» («Во власти спрута», «Долина горящих скал» и др.), демонстрировавшиеся на экранах кинотеатров СССР, были сделаны по вышеописанному способу двухцветки.

К числу достоинств этой системы нужно отнести возможность показа их позитивов на любом проекционном аппарате и достаточно хорошую прозрачность цветных копий, что обеспечивало хорошую проекцию даже при малых мощностях источника света.

Основным недостатком способа «Техниколор» является большая сложность устройства как съемочной, так и копировальной аппаратуры, сложность лабораторной обработки при изготовлении матриц и при печати с них позитивной копии.

Наконец, в старых фильмах «Техниколор», сделанных по принципу двухцветки, не удовлетворяет и художественная сторона цветопередачи: всегда была известная «олеографичность» с неестественно подчеркнутой яркостью красных и сине-зеленых тонов. Поэтому в дальнейшем фирма «Техниколор» с двухцветки перешла на трехцветку.

§ 178. ТРЕХЦВЕТНЫЙ СПОСОБ

Известно, что пользуясь тремя основными цветами — красным, зеленым и синим — возможно путем их смешения в различных пропорциях получить любые цвета. Поэтому, только пользуясь методами трехцветной кинематографии, возможно получить близкую к натуре передачу цветов.

Фирма «Техниколор» для трехцветного способа применяет специальную съемочную камеру (рис. 201). В ней прошедший через объектив *A* световой пучок с помощью специальных призм и полупрозрачной зеркальной поверхности *B* частично пройдет к экспозиционному окошку *I* с пробегающей перед ним негативной пленкой *E*, а частично отразится от поверхности *B* и попадает в экспозиционное окошко *II* с двумя пленками *F* (фронтфильм) и *R* (рюккфильм) специального бипака.

Перед первым экспозиционным окошком *I* помещен зеленый светофильтр, а перед вторым экспозиционным окошком *II* помещается светофильтр, пропускающий только красные, фиолетовые и синие лучи.

В применяемой для трехцветного способа негативной пленке *F* (фронтфильм бипака) светочувствительный слой покрывается фильтрующей краской не красного, а желтого цвета, чтобы не пропустить к светочувствительному слою рюккфильма фиолетовых и синих лучей, с помощью которых получается снимок на фронтфильме.

Тогда во время съемки на негативную пленку *E* будут действовать только зеленые и близкие к ним лучи, и после проявки получится негатив № 1. Эмульсионный слой фронтфильма бипака чувствителен только к сине-фиолетовым лучам и не чувствителен к оранжевым и красным.

Следовательно, после проявки здесь получится негатив № 2, образовавшийся в результате действия синих и фиолетовых лучей.

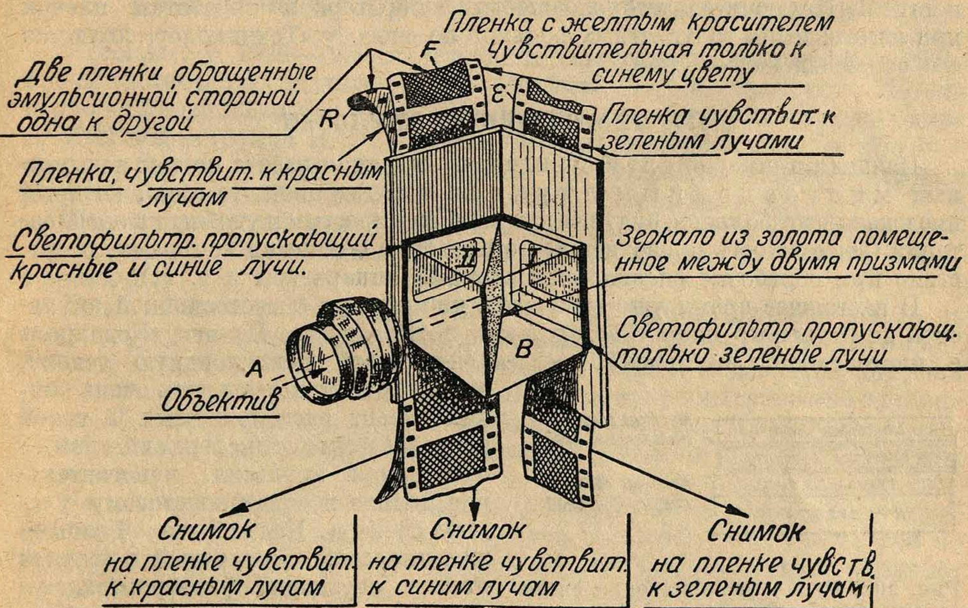


Рис. 201. Принципиальная схема цветной съемки «Техниколор» (трехцветка)

На заднюю пленку бипака действуют только оранжевые и красные лучи, так как пропускаемые светофильтром сине-фиолетовые лучи будут абсорбированы желтой окраской поверхности светочувствительного слоя фронтфильма; после обработки получится негатив № 3.

С этих трех негативов, проявленных, отфиксированных и высушенных обычным порядком, изготовляются матрицы, которые теперь делают обычно и без применения хромированной желатины. Для этого с негатива ведется печать на прокрашенную желтым красителем позитивную пленку, которая в дальнейшем обрабатывается специальным проявителем, задубливающим желатину в тех местах, где на нее подействовал свет. Незадубленная жела-

тина вымывается из слоя горячей водой, в результате чего и получается рельефное изображение на пленке, т. е. матрица (клише) для печати с него красками изображений на другой пленке.

Для примера ниже приводим рецепт дубящего проявителя для «Техниколора» (по Эдеру):

Пирогаллола	2 г
Сульфита	0,5 „
Соды	10—12 г
Воды	100 см³

Печать копий производится гидротипным способом на пленку с чистым желатиновым слоем (бланкфильм) красками цветов, дополнительных к цвету тех лучей, с помощью которых получен данный негатив. Исключительная сложность лабораторной обработки пленок при изготовлении трехцветных фильмов по способу «Техниколор» является его основным недостатком.

§ 179. МНОГОСЛОЙНЫЕ ЭМУЛЬСИИ

Начиная примерно с 1930 г., ведется усиленная работа по так называемым многослойным эмульсиям для цветного кино, которым предсказывают большое будущее как наиболее простым и удобным в эксплоатации (возможность проводить цветные съемки обычными камерами, отсутствие при обработке специальной сложной аппаратуры и т. п.).

В настоящее время уже выпущены кинопленки с многослойной эмульсией для цветного кино «Гаспарколор» и «Кодахром». Пленка «Кодахром» с многослойной эмульсией представляет собой целлулоидную основу, на которую нанесены пять очень тонких слоев, расположенных в такой последовательности: верхний слой — позитивная эмульсия, чувствительная только к сине-фиолетовому участку спектра. Под ней второй слой — желатиновый, окрашенный в желтый цвет и служащий фильтром, задерживающим сине-фиолетовые лучи. Третий слой — ортохроматическая эмульсия, чувствительная кроме синих и к желтым и к зеленым лучам. Под этим слоем снова желатиновый фильтр красного цвета и, наконец, нижний слой — панхроматическая эмульсия, до которой доходят только оранжево-красные лучи (рис. 202).



Рис. 202. Схема расположения слоев на многослойной пленке для цветного кино «Кодахром»

Обработка такой пленки чрезвычайно сложна. Проявленная пленка имеет три цветоотфильтрованных серебряных изображения, находящихся в трех различных слоях эмульсии; затем все эти изображения переводятся в цветные — в синие. После этого пленку подвергают действию раствора, уничтожающего эту синюю окраску; время действия этого раствора рассчитано так, чтобы за время обработки он проник вглубь эмульсии только до третьего (панхроматического) слоя. Следовательно, синюю окраску сохранит только этот, самый нижний, слой эмульсии, а верхние два слоя будут обесцвечены.

Изображения верхних двух эмульсионных слоев переводятся в пурпуровые соединения и снова этот цвет разрушается, но теперь уже только в одном верхнем слое, где в последней стадии обработки образуется желтое изображение.

Таким образом в итоге в каждом эмульсионном слое образуется изображение, окрашенное в цвет, дополнительный к цвету лучей, в которых данный слой экспонировался.

Окраска промежуточных фильтровых слоев разрушается в процессе обработки, и при рассматривании напросвет можно увидеть многоцветное изображение сфотографированного объекта только за счет окраски соответствующих частей изображения в одном из трех слоев эмульсии.

§ 180. ПРОИЗВОДСТВО СОВЕТСКИХ ЦВЕТНЫХ ФИЛЬМОВ

Примерно с 1928—1929 гг. отдельные советские изобретатели и кинопроизводственники начинают заниматься вопросами цветного кино. Постепенно на кинопроизводстве и в НИКФИ создаются группы цветного кино (в НИКФИ — группа Н. Н. Агокаса, Ф. Ф. Проворова и др.; в «Востоккино» — группа автора данной книги; в «Межрабпомфильме» — группа Г. Кабалова; на «Мосфильме» — группа П. Мершина и др.).

Первый советский немой цветной фильм был выпущен на экраны кинотеатров трестом«Востоккино» в 1931 г. и был сделан по способу «Спектроколор».

В дальнейшем развитие советской цветной кинематографии пошло по линии субтрактивных систем. Межрабпомовская группа (Ф. Ф. Проворов, Рейсгоф и др.) взялась за освоение метода «бипак» и добилась хороших результатов, о которых можно судить по сделанному ими совместно с режиссером Н. Экком фильму «Груня Корнакова» («Соловей-соловушка»), который явился первым художественным звуковым и цветным советским фильмом.

Несмотря на наличие известных недостатков, свойственных всем двухцветкам, этот фильм должен быть признан по качеству цветопередачи не уступающим соответствующим лучшим образцам заграничного кинопроизводства.

В дальнейшем советская кинематография стала осваивать более сложные системы цветного кино (трехцветку, гидротипный метод и др.).

В настоящее время основной базой цветного кино является цветная лаборатория киностудии «Мосфильм», цветная группа студии «Ленфильм» и студии «Союздетфильм».

На киностудии «Мосфильм» цветная съемка все еще носит чисто экспериментальный характер и имеет производственное значение только при съемке цветных мультипликаций. Съемка последней производится специально приспособленной для цветных съемок камерой «Бэлл-Хауэлл». Она имеет обтюратор с тремя фильтрами: красным, синим и зеленым (типа «Ильфорд», выполнены Ленинградским государственным оптическим институтом). Плотности этих фильтров подобраны так, что все они имеют одинаковую кратность (для этого под красный и зеленый фильтры подкладываются серые нейтральные фильтры соответствующей плотности).

Обтюратор с фильтрами вращается так, что за один его полный оборот

происходит последовательная съемка трех кадров, причем каждый из этих кадров снимается через другой фильтр (1-й — через красный; 2-й — через синий и 3-й — через зеленый). Поэтому при съемке каждый мультипликационный кадр снимается на панхроматическую пленку (обычно на «Супер-икс») по три раза, так что на пленке получаются по три цветоделенных негатива (кадрика) каждой заготовки.

Проявленный обычным порядком негатив такой съемки поступает на специальную так называемую выборочную машину, где с него печатается три отдельных черно-белых позитива (матрицы); на один из них переносятся только кадрики, снятые через красный светофильтр («красная» матрица), на другой — только снятые через синий фильтр («синяя» матрица) и на третий — только снятые через зеленый («зеленая» матрица). Для этого в машине на каждую позитивную пленку печатается только каждый третий кадрик негатива.

Подобные печатные машины построены Ленинградским заводом «Кинап» и для способа Мершина.

«Красный» и «синий» позитивы должны иметь одинаковую плотность и контрастность (порядка 0,6—0,8). Затем на звуковой пленке «ЗА» печатается фонограмма, проявляется и сушится. Задубленная в хромовых квасцах эта пленка со стороны эмульсии поливается 3-процентной хромированной желатиной и 2-процентным двухромовокислым аммонием и сушится в специальных темных сушилках при температуре около 20°C и влажности 60—60,5%. Полученная пленка называется бланкфильмом и является светочувствительным материалом (под действием света шестивалентный хром переходит в трехвалентный).

Затем в специальных копировальных аппаратах, снабженных четырьмя лампами по 1000 *вт*, на этот бланкфильм печатается изображение с «красного» негатива (матрицы). Так как хромированная желатина неустойчива, бланкфильм должен быть использован вскоре после полива.

Под действием света в копировальном аппарате происходит дубление желатинового слоя бланкфильма. После печати с одного из цветоделенных негативов (например, с «красного») через два часа бланкфильм окрашивается (только в тех местах, где на желатину не подействовал свет) в цвет, дополнительный к цвету матрицы (например, при печати с «красной» матрицы бланкфильм окрашивается в синюю краску). Красители берутся основные, в водном растворе.

После первой прокраски фильм дубят в хромовокислых квасцах и после этого снова поливают его светочувствительным слоем хромированной желатины и сушат. Затем на нем печатают изображение тех же самых кадриков, но уже с другого негатива (например, с «синего») и после 8-часового выдерживания в темноте новое изображение красится в дополнительный матрице цвет (например, в красный).

Наконец, тот же бланкфильм в третий раз задубливается и поливается новым слоем хромированной желатины, на который печатается изображение тех же кадриков с третьего негатива (с «зеленой» матрицы). Это изображение окрашивается в дальнейшем в желтый цвет. В результате получается многоцветный фильм, имеющий в слое желатины как бы три

наложенных друг на друга цветных изображения: синее, красное и желтое, которые при проекции и дадут на экране все многообразие цветов.

Для производства синхронных съемок цветных фильмов по методу трехцветки завод «Кинап» сконструировал и построил специальную камеру «ЦКС» («КС-22»), общий вид которой показан на рис. 203.

В этой камере съемка каждого кадра одновременно ведется на три пленки, для чего две из них идут бипаком, а третья идет в отдельном фильмовом канале, поставленном под углом в 90° к другому фильмовому каналу, между которыми помещается светоделящий кубик (см. рис. 201).

Камера снабжена шестью кассетами по 300 *м* каждая (нижние две пары — для пленок «бипака» и верхная пара — для третьей пленки). Обтюратор имеет постоянную щель в 168°. Аппарат снабжен четырьмя светосильными объективами (1:1,8) различных *F* (35;50;75 и 100 *мм*) конструкции Государственного оптического института. Корпус — звукоизолирован, что позволяет применять эту камеру для синхронных звуковых съемок. Вес без футляра—около 80 *кг*.

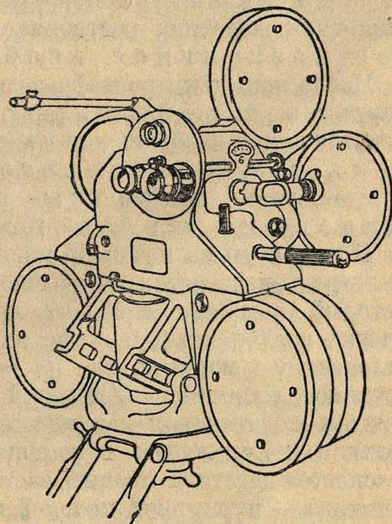


Рис. 203. Советская съемочная камера «ЦКС» («КС-22») для съемки цветных фильмов по методу трехцветки

На студии «Ленфильм» для одновременной цветной съемки на три пленки применяется специальный агрегат, состоящий из двух съемочных камер «Бэлл-Хауэлл», установленных друг к другу под прямым углом так, что оптические оси их объективов пересекаются в центре стеклянного кубика для цветоделения, установленного снаружи. В одном аппарате, заряженном пленкой «Супериор», перед объективом ставится зеленый светофильтр, а в другом, приспособленном для съемок «бипаком» (обычно на пленку «бипак» Дюпона), ставится так называемый «минус-зеленый» светофильтр. Механизмы обеих съемочных камер работают синхронно и синфазно. Оптика—объективы «Кук» с $F=50$ *мм* (выверенным с точностью до 0,1%).

Дальнейшая работа с тремя цветоделенными негативами сводится к тому, что на двухсторонней позитивной пленке, как и в обычном методе «бипак», вирированием получается двухцветное изображение, на которое сверху печатается желтой краской третье изображение, либо производится печать на хромированной желатине, как это было описано выше (метод П. Мершина), либо производится печать «гидротипным способом», разработанным Государственным оптическим институтом и применяемым на студии «Ленфильм». В основном этот метод совпадает с методом «Техниколора», описанным выше.

Вкратце технологический процесс печати цветного позитива гидротипным способом состоит в следующем.

Для изготовления позитива берется так называемая матричная пленка, отличающаяся от позитивной пленки максимальной ровностью полива желатины, необходимой для ровности цветопередачи. С черно-белого негатива, полученного под действием красных лучей, печатается изображение на матричную пленку со стороны целлулоида. Матрицу проявляют пирогаллоловым проявителем с небольшим количеством сульфита, не поглощающим всех продуктов окисления, которые и задубливают желатину в тех местах, где на нее подействовал свет.

После этого пленка проходит через промывку с раствором уксусной кислоты и затем поступает в бак с горячей (около 40° С) водой, где незадубленная желатина растворяется, а задубленная образует рельефное позитивное изображение.

После промывки рельефа позитива его помещают в ванну с раствором марганцевокислого калия и серной кислоты, которые растворяют и удаляют металлическое изображение позитива, оставляя в нем только рельеф желатинового слоя (как бы клише). Таким способом изготовляются матрицы со всех трех негативов: с «синего», с «красного» и с «зеленого».

После этого на печатной машине с негатива, снятого под зеленым фильтром, печатается на обычной позитивной пленке бланкфильм, который обычным способом проявляется, фиксируется и отмывается. Слегка задубленный позитив на бланкфильме поступает на специальную гидротипную машину, где на него последовательно со всех трех матриц печатаются анилиновой краской соответствующие изображения. Для этого каждая желатиновая матрица пропитывается красителем цвета, дополнительного к тем лучам, с помощью которых получен ее негатив (матрица с «синего» негатива пропитывается желтой краской, матрица с «зеленого» негатива — пурпурной краской и матрица с «красного» негатива — сине-голубой).

В машине пропитанная соответствующей краской матрица плотно прилегает к желатиновому слою бланкфильма, и за время их контакта (40—60 сек.) краситель дифундирует из матрицы в слой бланкфильма.

Обычно применяются кислые красители: фуксин, тартрацин и патентблау.

В результате такой трехкратной печати с трех матриц на один бланкфильм на нем получается многоцветное изображение кадриков цветного позитива.

Трудность получения высококачественных и однотипных копий фильма по этому методу заключается в необходимости почти идеально точного совпадения контуров всех печатаемых изображений на желатиновом слое бланкфильма. Однако при соответствующей точно работающей аппаратуре этот метод может явиться одним из наилучших способов получения цветных фильмов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

А. Клейн, «Цветное кино», Госкиноиздат, 1939, ц. 10 р.
Н. Н. Агокас, «Цветное кино», Кинофотоиздат, 1936, ц., 7 р.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы заканчиваем нашу книгу, посвященную обзору основ техники и технологии кинопроизводства. Но не заканчивается на этом сама техника кино.

Автор ставил перед собой скромную задачу — помочь читателю познакомиться с основными вопросами многообразной техники и технологии кинопроизводства — с о б щ е й кинотехникой, без знания которой нельзя приступать к углубленному изучению отдельных ее компонентов. А их, как мог заметить читатель, достаточно много. И если читатель уже работает в какой-нибудь отрасли киноискусства или кинопромышленности, то мы рекомендуем ему теперь приступить к изучению с п е ц и а л ь н о й литературы по интересующему его вопросу. Только идя таким путем, он сможет подготовиться к серьезной и плодотворной деятельности, не забывая указаний великого Сталина: «Техника во главе с людьми, овладевшими техникой, может и должна дать чудеса».

Призывом к углубленному изучению многообразной техники кино, к умелому подчинению ее своим творческим задачам, к овладению искусством выжимать из техники все ее возможности до дна заканчивает автор свою встречу с читателем этой книги.

По примеру прошлых своих трудов автор обращается с просьбой ко всем читателям этой книги поделиться своими замечаниями о ее качестве, о возможных недостатках и о желательных изменениях и добавлениях в дальнейших изданиях. Письма адресовать: Москва, Всесоюзный государственный институт кинематографии проф. Н. Д. Анощенко или в адрес Госкиноиздата: Москва, Третьяковский пр., д. № 19/1 для Н. Д. Анощенко.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Психо-физиологические основы кинематографии

Аппаратура для съемки фильмов

Освещение при киносъемках

Киностудии

Основы техники киносъемки

Кинотрюки и специальные виды съемок

Лабораторная обработка пленки

Сборка фильма

Основы кинопроекции

Основы цветной кинематографии

Редактор *Н. Марковин*. Технич. редактор *Э. Готлиб*. Корректор *А. Ратницкая*

Сдано в произв. 26/III 1940 г. Подписано в печать 25/X 1940 г. Объем 22¼ п. л. Уч. а. л. 35,17. Формат бум. 70×93¹/₁₆. Тир. 4000. Индекс К-41. Госкиноиздат № 243. Л-54052. Цена 18 р. Переплет 2 р. Зак. тип. 251.

Типография „Искра революции“, Москва, Филипповский пер., д. 13.

